PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 5. 1. Dezember 1901. 3. Jahrgang.
Redaktionsschluß für No. 6 am 5. Dezember 1901.

INHALT.

Originalmitteilungen:
H. T. Barnes, Das spezifische Gewicht des Eises. S. 81.
W. B. von Czudnochowski, Durch Kathodenstrahlen erzeugte Farbenringe an Krystallplatten. II. S. 82.
A. Schmauss, Über die Phosphoreszenz unter dem Einflusse von Kathodenstrahlen und von ultraviolettem Lichte. S. 85.
St. Meyer, Magnetisierungszahlen seltener Erden. S. 87.
J. Stark, Das Gesetz des Kathodenfalls. S. 88.

Vorträge und Diskussionen von der 73. Naturforscherversammlung zu Hamburg:
P. Stäckel, Bericht über die Entwicklung des Unterrichtsbetriebes in der angewandten Mathematik an den deutschen Universitäten. S. 92.
O. Lummer und E. Pringsheim, Temperaturbestimmung mit Hilfe der Strahlungsgesetze. S. 97.

Besprechungen:
W. Ostwald, Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie, elementar dargestellt. 3. Aufl. S. 101.
E. Jordis, Die Elektrolyse wässriger Metallsalzlösungen. S. 101.
K. Elbs, Die Akkumulatoren. 3. Aufl. S. 101.
Kr. Birkeland, Norwegische Expedition von 1899—1900 zur Erforschung des Nordlichtes. S. 101.
W. Martin und W. H Rockwell, Chemistry and Physics. S. 103.

Eingegangene Schriften. S. 103.
Briefkasten. S. 104.
Tagesereignisse. S. 104.
Personalien. S. 104.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Das spezifische Gewicht des Eises[1]).

Von H. T. Barnes.

Bei Nichols'[2]) äusserst sorgfältigen Bestimmungen des spezifischen Gewichtes des Eises wurde eine Differenz von zwei Tausendstel zwischen den spezifischen Gewichten von altem und neuem Eis beobachtet. Flusseis, welches gebrochen und ein Jahr lang aufbewahrt worden war, wurde weniger dicht befunden als frisch gebrochenes Eis und fast gleich dicht wie reines, künstlich erzeugtes Eis. Die Dichte scheint Veränderungen zu unterliegen, welche von der Art der Bildung abhängen, und in Übereinstimmung mit Nichols' Messungen scheint die Geschwindigkeit der Bildung, wenigstens temporär, den Grad der Dichte zu bestimmen. Die vielen und mannigfaltigen Erscheinungen, die mit der Bildung von Flusseis im kanadischen Klima, zu Montreal, verbunden sind, machen Untersuchungen, wie vorliegende, von vielseitigem Interesse.

In Beziehung auf den Einfluss des Alters auf das spezifische Gewicht reinen Flusseises stellte der Verfasser einige Versuche an mit Stücken frisch während der Versuche gebildet aus dem St. Lorenzstrom und Stücken, welche zwei resp. ein Jahr früher gebrochen, sorgfältig während der Sommermonate aufbewahrt worden waren.

Die zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes angewendete Methode war das Wägen in Wasser von 0° C. Ein kupfernes Gefäss mit einem Deckel und engem Halse wurde hergestellt, so dass in ihm ein Stück Eis von 200 bis 300 g Gewicht frei aufgehängt werden konnte. Dieses Eis wurde in einer dreizackigen, abgewogenen Gabel gehalten, welche mittels eines leichten Kupferdrahtes, der durch den engen Gefässhals hindurchging, an dem einen Arm einer empfindlichen Oertlingschen Wage aufgehängt war. Dieses Gefäss tauchte in einen grösseren Kessel und war von einer Mischung von Schnee und Wasser umgeben. Nachdem das Gewicht eines Stückes Eis, welches so in einer Atmosphäre von 0° C. aufgehängt war, erhalten war, wurde ein Hahnenverschluss am Boden des Gefässes geöffnet, und das Wasser in direkter Berührung mit Schnee floss hinein und füllte dasselbe vollständig. Dann wurde der Gewichtsverlust bestimmt. Grosse Sorgfalt wurde darauf verwendet, zum Gebrauch für die Mischung reines Flusswasser und völlig sauberen Schnee zu haben. Die Eisstücke für die Versuche wurden ausserhalb des Laboratoriums in einer Atmosphäre, die nur wenig von 0° C. abwich, aus den Blöcken geschnitten und wurden sauber und trocken gewischt mit Filtrierpapier und einem sauberen Leinenlappen.

Die folgende Tabelle giebt die Resultate der Versuche nach dieser Methode bei den verschiedenen Stücken.

Spezifisches Gewicht von Eis durch Abwiegen in Wasser von 0° C.

Datum.	Entstehungsjahr.	spez. Gew.	Abweichen v. Mittel.
März 9	1901	0,91684	0,00023
„ 9	1901	0,91665	0,00004
„ 9	1900	0,91661	0,00000
„ 16	1900	0,91642	0,00019
„ 16	1899	0,91650	0,00011
„ 16	1899	0,91648	0,00013
„ 23	1900	0,91678	0,00017

Mittel = 0,916611 ± 0,000065.

Zum Beweise für die Genauigkeit dieser Methode wurden am 16. März zwei Bestimmungen mit demselben Eisstück (1899er Eis) gemacht, indem man dasselbe nach dem ersten Versuch herausholte, es trocken rieb und wieder in das Gefäss zurückbrachte. Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen altem und neuem Eis konnte nicht entdeckt werden, die kleinen Abweichungen sind wahrscheinlich kleinen Un-

1) Ausführlich in Phys. Review, **13**, 55, 1901.
2) Phys. Review, **8**, 21, 1899.

gleichheiten in der Struktur der angewandten Stücke zuzuschreiben.

Es ist klar, dass, übereinstimmend mit vorliegenden Messungen, das spezifische Gewicht von altem und neuem Flusseis das gleiche ist und gleich 0,91661 ± 0,00007 gesetzt werden kann, welches bis auf zwei Zehntausendstel mit den Messungen Nichols' an nicht kürzlich gebrochenem Eise übereinstimmt, welche 0,91644 gaben, und in gleicher Genauigkeit mit den Bestimmungen Bunsens.

Mc. Gill Universität.

(Eingegangen 1. Oktober 1901.)

Durch Kathodenstrahlen erzeugte Farbenringe an Krystallplatten.

Zweite Mitteilung.

Von W. Biegon von Czudnochowski.

Seit meiner früheren Mitteilung[1]) über die an Platten von Flussspat und Steinsalz infolge Einwirkung von Kathodenstrahlen auftretenden eigentümlichen Farbenerscheinungen ist es mir leider nicht möglich gewesen, weitere Versuche mit dem eigens dazu beschafften Materiale in dem gewünschten Umfange anzustellen, weshalb ich nachstehend nur einige weitere Beobachtungen an Flussspatplatten mitteilen will.

Der Verlauf der Erscheinung, wie ich ihn nach Beobachtungen an dem Crookesschen Apparat Fig. 1 der vorigen Mitteilung in Fig. 3 bis 8 derselben schematisch dargestellt hatte, ist aus nachstehender, eine Zusammenstellung der zu verschiedenen Zeiten beobachteten Farbenfolgen enthaltenden Tabelle I deutlicher zu erkennen.

Tabelle I.

Stück farblosen Flussspates im Crookes-Apparat.

	A.	B.	C.
1. Ordnung	silbergrau gelblich orange bräunlich	grau gelb orange braungelb	grau hellbraun
1. Ordnung	bläulich	violett	hellblau dunkelblau rosa
2. Ordnung		gelb rot	hellgelb moosgrün hellrot dunkelrot
2. Ordnung		violett	hellviolett dunkelblau dunkelviolett

1) Diese Zeitschrift **2**, 65—66, 1900. — Beiblätter **52**, 78, 1901.

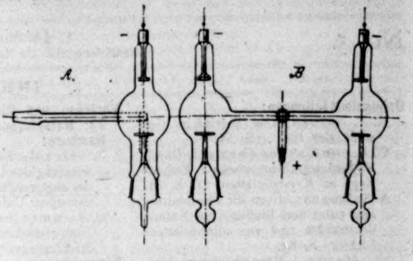

Fig. 1.

Zu weiteren Versuchen bediente ich mich statt des in Fig. 2 der vorigen Mitteilung dargestellten Apparates (*A*) eines neuen Doppelapparates (*B*), der in vorstehender Fig. 1 in zwei Ansichten in 1/6 n. Gr. gezeichnet ist.[1]) Der Apparat ist vollkommen symmetrisch; die Kathoden — eine eben, eine konkav[2]) — haben gleichen Durchmesser und gleichen Abstand von den gegenüber befindlichen Glastischen, welche oben eben und mattgeschliffen sind und zur Aufnahme der am besten mit Gips zu befestigenden Versuchsobjekte dienen.

Zum Auspumpen diente die gleiche Quecksilberluftpumpe wie bei den früheren Versuchen. Als Elektrizitätsquelle wurde ein kleines Induktorium mit Platinunterbrecher von nur 23 mm Schlagweite[3]) zwischen Spitze und Platte benutzt, gespeist von Akkumulatoren Type C^I von W. A. Boese, Berlin, unter Verwendung eines achtstufigen Vorschaltwiderstandes und eines Ampèremeters der A. E.-G. Berlin.

Das Versuchsmaterial bestand in zwei ganz gleichartigen, klaren, farblosen Flussspatplatten von 15 × 15 × 3 mm[4]), welche in der angegebenen Weise auf dem Tischchen befestigt waren.

Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass, nachdem jede Platte bei konstantem Vakuum und konstantem Primärstrom eine bestimmte Zeit den Kathodenstrahlen ausgesetzt war, die Pumpe abgesperrt, der Apparat abgenommen und nach Herausnahme des Tischchens mit den Platten bei Tageslicht die Farben bestimmt wurden, worauf nach Wiedereinsetzen der Stopfen in ihre vorherige — markierte — Stellung und Wiederanfügen des Apparates an die Pumpe von neuem bis zum vorherigen Vakuum ausgepumpt wurde. Dieses Verfahren wurde nach Bedarf wiederholt.

Hierbei lässt sich nun der Verlauf der Er-

1) Der Apparat wird angefertigt von Max Stuhl, Berlin NW., Philippstrasse 22.

2) Krümmungsradius etwa 35 mm.

3) Von Siemens und Halske A.-G.

4) Bezogen von C. A. Niendorf, Berhau-Berlin.

scheinung genau verfolgen. Man sieht deutlich die Färbung sich von der Mitte nach dem Rande zu allmählich ausbreiten, wobei eine bestimmte Farbenfolge: gelb—rot—blau, welche ich als Ordnung bezeichnen will, sich immer von neuem aus der Mitte entwickelt und jede neue die vorher erschienenen Ordnungen nach aussen drängt. Der Vorgang entspricht vollkommen der vom Entdecker selbst gegebenen Beschreibung des Entstehens der sog. Priestleyschen Ringe.[1]) Die Beobachtungen für die beiden Flussspatplatten (1 und 2) sind in genau der gleichen Weise wie die der Tabelle I in nachstehenden Tabellen II und III zusammengestellt.

Tabelle II.

Platte: No. 1, Farbloser Flussspat. Hohlkathode.

	Nach: 30 Min.	50 Min.	90 Min.	130 Min.
1. Ordnung	silberweiss blassgelb dunkelgelb orange rot	gelblich rosa dunkelrot	hellbraun rot	
1. Ordnung	violett dunkelblau hellblau	dunkelblau hellblau wasserblau	violett dunkelblau hellblau wasserblau	indigo dunkelblau[2]) hellblau[2])
2. Ordnung	gelblich orange bräunlich	hellgelblich orange bräunlich	grünlich hellgelb hellorange dunkelorange rotbraun	hellgelb orange rot
2. Ordnung		dunkelblau hellblau	schwachviolett dunkelblau hellblau	rotviolett dunkelblaugrün hellblau
3. Ordn.			hellgelb dunkelorange	grünlich gelb orange bronzefarbig

a b c d

Fig. 2. Natürl. Grösse.

a b c d

Fig. 3. Natürl. Grösse.

1) Jos. Priestley, Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Elektrizität nebst eigentümlichen Versuchen. Deutsch von J. G. Krünitz. Berlin u. Stralsund 1772. S. 467—469.

2) Beide Färbungen hatten einen deutlichen grünlichen Schein.

Tabelle III.

Platte. Nr. 2, Farbloser Flussspat. Ebene Kathode.

	Nach: 30 Min.	50 Min.	90 Min.	130 Min.
1. Ordnung	silberweiss hellgelb dunkelgelb orange	bronzegelb orange rotbraun	bronzegelb goldrot braunrot dunkelbraunrot	karminrot
1. Ordnung	schwachviolett dunkelblau hellblau weisslichblau	violett dunkelblau hellblau wasserblau	dunkelblau hellblau	dunkelblauviolett dunkelblau hellblau
2. Ordnung	hellgelb dunkelgelb hellgelb	gelblich bronzegelb dunkelblau	hellgelb orange braun	gelblich orange dunkelrot
2. Ordnung	blau	blau	dunkelblau hellblau grünlichblau	meerblau wasserblau
3. Ordnung		gelblich		gelblich orange dunkelrot
3. Ordnung				grünlichbläulich gelblich dunkelorange

Man sieht, dass ein nennenswerter Unterschied im Verhalten der beiden Kathoden nicht besteht; nur ist der Verlauf bei der Hohlkathode etwas regelmässiger, dagegen die Ordnungszahl bei der ebenen etwas grösser.[1]) Ein ungefähres Bild der Erscheinungen giebt beistehende Fig. 2 *a, b, c, d* (entsprechen 30, 50, 90, 130 Min.) für Platte 1 (Tabelle II) und Fig. 3 *a—d* für Platte 2 (Tabelle III), ausserdem ist in Fig. 4 eine direkte photographische Kopie von Fig. 3 d gegeben, erhalten bei 2 Minuten Expositionszeit in direktem Sonnenlicht auf Celloidinpapier.[2]) Die Stromstärke betrug bei diesen Versuchen stets 1 Amp., das Vakuum war derart, dass in dem Verbindungsrohre zwischen den Kugeln stabile, scharf begrenzte Schichten von 8,5 mm Dicke[3]) bei ∽ 7,5 mm lichter Rohrweite sich zeigten.

Fig. 4. Natürl. Grösse.

Gleichzeitig mit der Farbenfolge habe ich nun bei jedesmaligem Herausnehmen mittels Spitzenzirkels durch wiederholte Messung zweier aufeinander senkrechter Durchmesser das Wachsen der Ringsysteme mit der Zeit fest-

1) Dies insofern, als die beiden letzten Farben eigentlich schon der Anfang einer vierten Ordnung sind.

2) Die excentrische Lage der Erscheinungen in Fig. 2, 3 und 4 rührt davon her, dass die benutzten Platten nicht centrisch befestigt waren, nicht von einer Deflexion der Kathodenstrahlen. Das Original der Fig. 4 lässt sehr gut die allmähliche Zunahme der Lichtdurchlässigkeit nach dem Rande zu erkennen.

3) Unter Dicke ist der Abstand zwischen den Helligkeitsmaximis zweier aufeinanderfolgender Schichten gemeint. Bei den Versuchen waren in jeder Hälfte des Verbindungsrohres genau sieben scharf begrenzte Schichten sichtbar.

zustellen versucht und gebe die Ergebnisse in nachstehenden Tabellen IV und V.[1])

Platte No. 1.

Tabelle IV.

Zeit	d_1 a	d_1 b	d_2 a	d_2 −b	d_3 a	d_3 b
0''	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30''	8,0	8,0	0,0	0,0	0	0
50''	14,0	12,5	5,0	3,0	0	0
90''	17,0	17,0	8,5	5,5	0	0
130''	19,0	19,0	11,0	9,0	3,0	2,0

Platte No. 2.

Tabelle V.

Zeit	d_1 a	d_1 b	d_2 a	d_2 b	d_3 a	d_3 b	d_4 a	d_4 b
0''	0	0	0	0	0	0	0	0
30''	9,0	9,0	2,0	2,0	0	0	0	0
50''	12,0	12,0	6,0	5,0	0	0	0	0
90''	13,2	14,2	9,0	9,0	4,2	3,2	0	0
130''	17,0	18,0	11,5	12,0	7,0	7,5	2,0	2,0

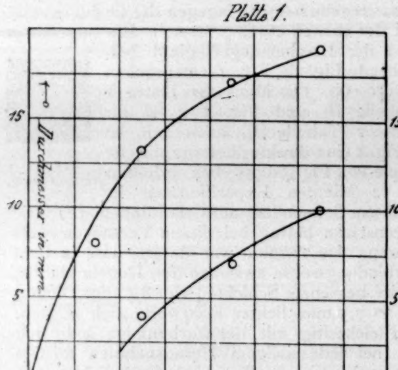

Fig. 5.

Unter Benutzung der Mittelwerte erhält man daraus für den Verlauf der Erscheinung die in

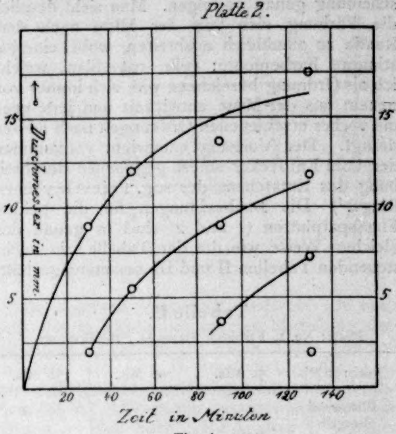

Fig. 6.

Fig. 5 und 6 dargestellten Kurven. Die hieraus zu entnehmenden Differenzen der Durchmesser zweier aufeinanderfolgenden Ordnungen zeigen dann eine Veränderung mit der Zeit, wie sie Fig. 7 für Platte 2 darstellt (1. und 2. Ordnung).

Die beschriebenen Erscheinungen sind an die Oberfläche der benutzten Platten gebunden, welche der Kathode zugewandt ist. Im durch-

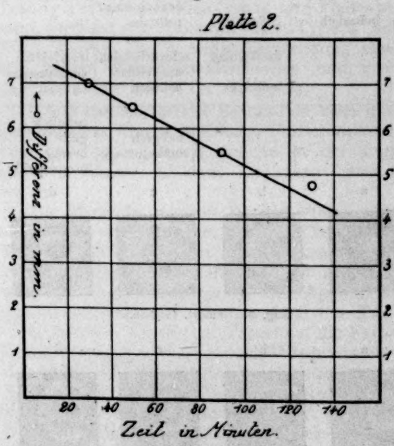

Fig. 7.

fallenden Lichte ist von Farbenringen nichts zu erkennen, die Platten erscheinen braun, in der Mitte am dunkelsten, nach dem Rande zu heller. Durch energisches Wirken lässt sich die Oberfläche wieder in den alten Zustand

1) Die einzelnen Zahlen sind Mittelwerte aus mehreren Messungen für denselben Durchmesser; die ganz kleinen wie die grössten Werte sind etwas unsicher, da im ersten Falle das Bild nicht ausgeprägt, im zweiten nur Rudimente der betr. Ordnung an den Ecken sichtbar sind. Immerhin kann man diese Werte aber zur Vervollständigung des Gesamtbildes benutzen.

versetzen, die Erscheinung ist also an eine abwischbare Schicht gebunden, die sich unter dem Einflusse der Kathodenstrahlen gebildet hat und die man wohl als Produkt einer Zerstäubung der Kathode, also als Metallniederschlag ansehen kann.[1]) Nun bestanden alle Kathoden aus Aluminium, welches nach ausgedehnten Untersuchungen[2]) einer solchen Zerstäubung so gut wie gar nicht unterworfen ist, wenn es auch bei genügend hoher Temperatur ebenfalls Spiegel an der Glaswand des Entladungsrohres zu erzeugen vermag[3]); eine derartige Temperaturerhöhung ist aber bei dem verwendeten kleinen Induktorium wohl nicht gut denkbar. Unter dem Mikroskop erscheint die Schicht bei 330facher Vergrösserung vollkommen zusammenhängend, ohne auch nur eine Spur einer körnigen Struktur erkennen zu lassen; nach dem Abwischen erscheint die vorher farblose Platte in der Durchsicht kaum merklich bläulich. Bei beiden Apparaten, *A* und *B*, zeigten nun aber auch die Kathoden selbst Farbenringe, ähnlich wie eine in der Mitte erhitzte Stahlplatte; dieselben entwickeln sich sehr rasch, sind weit weniger ausgeprägt, und werden sehr bald stationär. Bei dem Crookesschen Apparat fehlt jedoch diese Erscheinung, während der Flussspat sehr intensiv gefärbt ist. Um nun auch diesen Gegenstand näher zu untersuchen, polierte ich die ebene Kathode des Apparates *A* möglichst sorgfältig und setzte darauf die sauber gereinigte Platte 1 den von ihr ausgehenden Kathodenstrahlen aus. Nach 130 Minuten langer Bestrahlung war die Kathodenoberfläche unverändert, die Flussspatplatte in der Durchsicht gleichmässig kräftig violett, die der Kathode zugewandte Oberfläche im reflektierten Lichte dunkelblau. Die Farbe ist auch hier an die bestrahlte Oberfläche gebunden[4]), lässt sich aber nicht durch Wischen oder Reiben entfernen. Durch 30 Minuten langes Erhitzen in heissem Sande von über 200° wird die Färbung in keiner Weise beeinflusst.[5]) Bei ungefähr 350°[6]) thermoluminesziert der Flussspat sehr stark grün, die violette Färbung ist noch unverändert. Bei etwa 500° beginnt die Färbung langsam zu verblassen, um bei Temperatur der Rotglut vollständig zu verschwinden, während gleichzeitig der Flussspat ein sehr intensives blaues Leuchten zeigt.[1]) Die unter dem Einfluss der Kathodenstrahlen schön blaue Phosphoreszenz der Flussspatplatten geht beim Ausschalten des Induktors augenblicklich in ein hell gelbgrünes Nachleuchten von etwa 1 Min. Dauer und länger über; bei nachherigem Erhitzen im Dunkeln thermolumineszieren die Platten mit dem gleichen Lichte von neuem.[2])

Über weitere Versuche mit anderem Material hoffe ich später berichten zu können.

1) A. Kundt, Wied. Ann. **27**, 59 ff., 1886. — Dessau, Wied. Ann. **29**, 375, 1886. — Vgl. auch: O. Lehmann, Elektr. Lichterscheinungen od. Entladungen. Halle, W. Knapp. S. 190—191, 1898.

2) Z. B. Crookes, Electrician **27**, 197, 1891. — Vgl. O. Lehmann, l. c., S. 187.

3) Hittorf, Wied. Ann. **21**, 126, 1884. — O. Lehmann, l. c., S. 187.

4) Vgl. im Gegensatze hierzu: O. Lehmann, Elektrische Entladungen, S. 489 Absatz 4 und Anmerkung 3.

5) Vgl. O. Lehmann, l. c., S. 489 Anmerkung 4.

6) Die Temperaturen wurden kalorimetrisch bestimmt mittels passender Probekörper. Vgl. Müller-Pouillet, Physik, 9. Aufl., **2**, 358 ff.

1) Elster und Geitel, Ann. d. Phys. u. Chemie. Neue Folge, **59**, 493, 1896.

2) A. Miethe, Sitzung der Dtsch. Physikal. Gesellsch. zu Berlin am 1. Februar 1901. — J. J. Thomson, Entladung der Elektrizität der Gase. Leipzig, J. A. Barth. S. 97, 1900.

Berlin, Oktober 1901.

(Eingegangen 24. Oktober 1901.)

Über die Phosphoreszenz unter dem Einflusse von Kathodenstrahlen und von ultraviolettem Lichte.

Von Aug. Schmauss.

I. Die Fähigkeit verschiedener Substanzen, unter dem Einflusse von Kathodenstrahlen zu phosphoreszieren, zeigt sich nach kurzer Bestrahlung verringert. Crookes beobachtete diese Erscheinung zuerst an der bekannten Röhre mit dem umklappbaren Kreuze.

Die Erklärungen für diesen Versuch, die sich in der Litteratur vorfinden — Crookes selbst hatte für diese „Ermüdung" eine mehr physiologische als physikalische Erklärung gegeben —, sind im wesentlichen dreierlei Art:

1. Erwärmung,
2. chemische Veränderung,
3. Niederschlag von Metallteilchen, die von der Kathode losgerissen wurden.

Während die erste nur eine temporäre, die letzte nur eine dauernde Veränderung zu erklären vermag, könnte eine chemische Umsetzung eine bleibende oder wieder zurückgehende Umwandlung zur Folge haben.

Für eine temporäre Ermüdung käme also 1. und 2., für eine dauernde 2. und 3. in Betracht. Eine etwa durch Erwärmung entstehende chemische Veränderung ist in 2. inbegriffen.

Im folgenden möge über einige Versuche berichtet werden, die im Hinblick auf die erwähnten Erklärungen der Ermüdung angestellt wurden.

Die temporäre Ermüdung, die sich bei den meisten Substanzen beobachten lässt, ist zweifellos der Erwärmung unter dem Einflusse der Kathodenstrahlen zuzuschreiben, indem die phosphoreszierenden Substanzen rasch über die Temperatur ihrer maximalen Lichtemission gebracht werden, welche, wie in II gezeigt werden

soll, im allgemeinen nicht sehr hoch liegt. In der That trat die temporäre Ermüdung nicht so schnell ein, wenn die phosphoreszierenden Substanzen in flüssiger Luft gekühlt wurden. — Die dauernde Ermüdung trat bei allen hier untersuchten Substanzen ein.

Dieselben lassen sich dabei in zwei Gruppen einteilen.

In der ersten, in welche z. B. Balmainsche Leuchtfarbe, andere phosphoreszierende Präparate und auch Kreide gehören, ist die dauernde Ermüdung bedingt durch die fortwährend gesteigerte Wärmezufuhr. Die Substanzen bräunen sich, ganz ebenso, wie sie es bei Erwärmung über eine bestimmte Temperatur thun. Dabei zeigt sich grosse Verschiedenheit in der Zeitdauer, in der das eintritt. Während bei Balmainscher Leuchtfarbe schon eine Belichtung von etwa 10 Minuten hinreicht, sie dauernd zu ermüden, ist es zur Veränderung der Kreide, die keine temporäre Ermüdung zeigt[1]), notwendig, einige Stunden die Kathodenstrahlen darauf einwirken zu lassen. Dieser Umstand widerlegt die Ansicht Pulujs[2]), in dem Niederschlag von Metallteilchen die Ursache der Ermüdung zu sehen. Ein solcher müsste das Leuchten verschiedener Substanzen in gleicher Weise beeinflussen.

Zur zweiten Gruppe gehört die dauernde Ermüdung des Glases, die man an jeder Crookesschen Röhre der oben erwähnten Art sehen kann, mit der das Experiment schon öfters demonstriert worden ist.[3]) Das Kreuz erscheint stets hell auf dunklem Grunde, zum Zeichen, dass das Glas an den Stellen, wo es den Kathodenstrahlen exponiert war, dauernd verändert wurde. Diese Veränderung, die mit dem Auge in keiner Weise wahrzunehmen ist, ist wahrscheinlich ebenso wie die Färbung der Alkalihaloidsalze chemischer Natur. Man kann sich auch hier sehr leicht davon überzeugen, dass es nicht ein metallischer Beschlag ist, der dem Glase die Fähigkeit, zu phosphoreszieren, nimmt. Ein solcher müsste sich durch Behandlung mit Säuren entfernen lassen, was nicht der Fall ist. Dagegen kann man das Glas durch Glühen in den natürlichen Zustand zurückführen, ganz ebenso, wie man den erwähnten Salzen auf diese Weise ihre ursprüngliche Farbe wiedergeben kann. Dies unterscheidet die Substanzen der zweiten Gruppe deutlich von denen der ersten, bei denen Erwärmung die Veränderung erhöhen würde. Es mag vielleicht interessieren, dass frisch ausgeglühtes Glas heller phosphoresziert, als solches, das lange an der Luft gelegen hatte.

Diese Eigenschaft der Kathodenstrahlen, die Phosphoreszenzfähigkeit der Substanzen zu verringern, scheinen die ultravioletten Strahlen nicht zu teilen. Ich konnte in diesem Falle nie eine Veränderung bemerken.

Dagegen zeigte das Glas, das von Kathodenstrahlen verändert war, auch im Phosphoroskop geringere Phosphoreszenzhelligkeit, also z. B. ein helles Quadrat auf dunklem Grunde, wenn vor dem Glase ein quadratisches Blech einen Teil der Kathodenstrahlen aufgefangen hatte. Durch Ausglühen konnte man, wie bereits erwähnt, dem Glase wieder eine gleichmässige Phosphoreszenz geben.

Die dauernde Veränderung der leuchtenden Substanzen unter dem Einflusse von Kathodenstrahlen tritt auch auf, wenn das Versuchsrohr durch flüssige Luft gekühlt wird. Es ist damit allerdings nicht gesagt, dass die chemische Veränderung auch bei der tiefen Temperatur vor sich geht. Die bestrahlte Substanz kann vielmehr wegen des schlechten Wärmeleitungsvermögens des Glases und der Leuchtpulver unter dem Einflusse der Kathodenstrahlen trotz der äusseren Kühlung eine höhere Temperatur angenommen haben.

Diese Erwärmung zeigt unter anderem auch folgender Versuch an: Eine von Kathodenstrahlen getroffene Probe Balmainscher Leuchtfarbe zeigt nach Aufhören der Bestrahlung lebhaftes Nachleuchten. Dieses hört momentan auf, sobald man die Substanz mit Kohlensäureschnee abkühlt. Eine wenige Augenblicke dauernde Entladung in der Röhre reicht hin, die Substanz so weit zu erwärmen, dass ein Nachleuchten wieder stattfindet, welches bald wieder verschwindet, wenn das Rohr im Kohlensäureschnee gelassen wird.

II. Es interessierte mich, zu bestimmen, bei welcher Temperatur für einige dieser phosphoreszierenden Substanzen das Maximum der Phosphoreszenz lag. Die Substanzen befanden sich in einem Thermostaten, das Licht einer Bogenlampe wurde mit Quarzlinsen in geeigneter Weise auf die Präparate konzentriert. Die Messung der Helligkeit des Nachleuchtens geschah unmittelbar nach Abblendung des Bogenlampenlichts mit einem zu derartigen Zwecken vorzüglich geeigneten Polarisationsphotometer von F. F. Martens[1]), da der Anwendung eines Spektralphotometers die grosse Lichtschwäche hinderlich war. Durch Einschaltung von Strahlenfiltern war die Möglichkeit gegeben, für verschiedene Strahlengebiete die Intensitätskurve zu ermitteln.

Auf diese Weise ergab sich das Maximum der Phosphoreszenz für Balmainsche Leuchtfarbe bei einer Temperatur von ca. 70°.

1) Goldstein, Beibl. 4, 221, 1880.
2) J. Puluj, Strahlende Elektrodenmaterie, S. 25, Wien 1883.
3) J. Precht, Wied. Ann. 61, 343, 1897.

1) F. F. Martens, Verhandl. der deutsch. Physikal. Gesellschaft 1 (11), 204, 1899. Diese Zeitschrift 1, 299, 1900.

Für ein Präparat aus einer Sammlung derartiger leuchtender Substanzen, das bei gewöhnlicher Temperatur rosa leuchtet, zeigte sich das Maximum für Rot bei 80°. Bei dieser Temperatur wurde das Blau intensiver, für welche Farbe das Maximum bei 120° lag, während bei 150° der Farbenton immer mehr ins Grüne überging, um bei 180° das Intensitätsmaximum für Grün zu erreichen, eine Erscheinung, die sich mit einem gewöhnlichen Spektroskop sehr schön verfolgen liess.

Die Substanzen, wie z. B. Eierschalen, die erst bei tiefen Temperaturen phosphoreszieren, sind bei gewöhnlicher Temperatur zu weit vom Maximum entfernt, um leuchten zu können. Andere, wie z. B. Glas, die wohl bei gewöhnlicher Temperatur leuchten, thun dies bei tiefen Temperaturen noch intensiver, kommen also ihrem Maximum durch Abkühlung näher. H. Starke[1]) hat bemerkt, „dass Glasröhren in der Nähe von lichtdicht eingeschlossenen Röntgenröhren deutlich leuchten, stärker noch, wenn sie in fester Kohlensäure abgekühlt werden, dagegen gar nicht in erhitztem Zustande".

1) H. Starke, Ann. d. Phys. **3**, 83, 1900.

Berlin, Physikalisches Institut der Universität.

(Eingegangen 12. November 1901.)

Magnetisierungszahlen seltener Erden.[1])

Von Stefan Meyer.

Im Anschluss an die Bestimmungen an Elementen und anorganischen Verbindungen[2]) wurden an besonders reinem Materiale die Magnetisierungszahlen seltener Erden gemessen und mit den besten bisher erhaltenen Angaben zusammengestellt. Die Messung geschah an trockenen Pulvern. Die wichtigsten Resultate sind aus der folgenden Zusammenstellung zu entnehmen, in der k den Molekularmagnetismus bedeutet. In der dritten Rubrik sind die Namen derjenigen Herren, von denen das Präparat stammte, in der vierten, dort, wo die Bestimmungen von anderen Forschern herrühren, deren Namen verzeichnet.

Auf die Diskussion der einzelnen Zahlen kann im Auszuge nicht eingegangen werden. Es sei bloss hervorgehoben, dass für das Y_2O_3 von Herrn Haitinger durch diesen aus den Absorptionsspektren festgestellt wurde, dass es noch mindestens $\frac{2 \cdot 5}{1000}$ an Er_2O_3 enthielt, womit der dia-

Substanz	$k \cdot 10^6$	Herkunft	Beobachter
La_2O_3 . . .	diamagnetisch	Nilson . . .	K. Angström.
La_2O_3 . . .	$-2 \times 0 \cdot 037$	Haitinger . .	
CeO_2 . . .	$+0 \cdot 011$	Brauner-Prag	
CeO_2 . . .	$+0 \cdot 010$	Haitinger . .	
Pr_4O_7 . . .	$+4 \times 2 \cdot 16$	Brauner . .	
$PrCl_3$ . . .	$+3 \cdot 36$	Nilson . . .	H. du Bois und
$PrCl_3$ . . .	$+3 \cdot 28$	Scheele . .	O. Liebknecht.
Nd_2O_3 . . .	$+2 \times 4 \cdot 5$	Brauner . .	
$Nd(NO_3)_3 + 2NH_4(NO_3)$	$+4 \cdot 3$	Haitinger . .	
$NdCl_3$ . . .	$+5 \cdot 25$	Schottländer.	H. du Bois und
$Nd(NO_3)_3$ . .	$+5 \cdot 19$	Schottländer.	O. Liebknecht.
Nd_2O_3 . . .	$+2 \times 5 \cdot 05$	Haitinger . .	
Sa_2O_3 . . .	$+2 \times 10 \cdot 1$	Cleve-Upsala	
$Sa(NO_3)_3$ . .	$+12 \cdot 1$	Cleve . . .	H. du Bois und
$SaCl_3$ . . .	$+11 \cdot 6$	Cleve . . .	O. Liebknecht.
$Sa_2(SO_4)_3 + 8H_2O$ . .	$+2 \times 11 \cdot 2$	Cleve . . .	
Gd_2O_3 . . .	$+2 \times 23 \cdot 2$	Marignac . .	
Gd_2O_3 . . .	$+2 \times 28 \cdot 6$	Cleve . . .	
Gd_2O_3 . . .	$+2 \times 27 \cdot 1$	Haitinger . .	H. du Bois und
Gd_2O_3 . . .	$+2 \times 26 \cdot 3$	Haitinger . .	O. Liebknecht.
$GdCl_3$ . . .	$+25 \cdot 6$	Benedicks .	
$Gd(NO_3)_3$ . .	$+19 \cdot 3$	Marignac . .	
Er_2O_3 . . .	$+2 \times 39 \cdot 7$	Cleve . . .	
$Er(NO_3)_3 + 5H_2O$ . .	$+44 \cdot 5$	Cleve . . .	H. du Bois und
$ErCl_3$ . . .	$+36 \cdot 7$	Cleve . . .	O. Liebknecht.
Ho_2O_3 . . .	$+2 \times 50$	Abraham-Langlet . .	
Ho_2O_3 . . .	$+2 \times 42 \cdot 5$	Haitinger[1]) .	
Yb_2O_3 . . .	$+2 \times 5 \cdot 99$	Nilson . . .	
$Yb(NO_3)_3$ . .	$+5 \cdot 43$	Nilson . . .	H. du Bois und
$YbCl_3$ . . .	$+7 \cdot 11$	Frl. Cleve. .	O. Liebknecht.
Y_2O_3 . . .	$+2 \times 0 \cdot 58$	Brauner . .	H. du Bois und
YCl_3 . . .	$+0 \cdot 21$	Cleve . . .	O. Liebknecht.
Y_2O_3 . . .	$+2 \times 0 \cdot 062$	Haitinger . .	
Nb_2O_5 . . .	$+2 \times 0 \cdot 0038$	Muthmann .	
Ta_2O_5 . . .	$-2 \times 0 \cdot 0155$	Muthmann .	
ThO_2 . . .	$-0 \cdot 024$	Haitinger . .	
ThO_2 . . .	$-0 \cdot 021$	Haitinger . .	
ThO_2 . . .	$-0 \cdot 024$	Haitinger . .	

magnetische Charakter von Yttriumoxyd präzise nachgewiesen erscheint. Das magnetische Resultat an Nb_2O_5 und Ta_2O_5 ist insofern überraschend, als ein zweifellos viel minder reines Nb_2O_5, das ich früher untersuchte, sich diamagnetisch erwies. Vielleicht mag dies damit in Einklang stehen, dass nach den Untersuchungen der Funkenspektra durch die Herren F. Exner und E. Haschek, ein grosser Teil der Niob und Tantal gemeinschaftlichen Linien, auf Grund welcher ein noch vorhandenes gemeinsames Element angenommen werden kann, bei den reinen Präparaten nunmehr im Niob stärker auftritt.

In seinem Bericht für den Pariser Kongress 1900 hat Herr du Bois[2]) das magnetische Wesen von sieben Elementen (*Be*, *Mg*, *Sc*, *Nb*, *La*, *Ta*, *Th*), wozu *Y* hinzuzufügen gewesen wäre, noch als zweifelhaft bezeichnen müssen. Nach den vorliegenden Untersuchungen ist für Verbindungen von *Y*, *La*, *Ta*, *Th* die Entscheidung als diamagnetische Körper erbracht und nach dem quantitativen Verhalten auch für die Elemente selbst wahrscheinlich gemacht. Die an

1) Auszug aus der Abhandlung in den Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. Bd. 110, Abt. IIa. Juni 1901.
2) Wiener Ber. 108 (IIa), S. 171 und 861 (1899), 109 (IIa), S. 284 und 400 (1900).

1) Noch nicht ganz rein.
2) Vgl. das Referat in dieser Zeitschrift.

den reinsten bisher dargestellten seltenen Erden erhaltenen, derzeit wahrscheinlichsten Zahlen des Atommagnetismus sind in der Anordnung nach steigendem Atomgewicht die folgenden für Verbindungen der nachstehenden Elemente:

	Y	*La*	*Ce*
$k \cdot 10^6 =$	diamagnetisch	$-0{,}04$	$+0{,}01$

	Pr	*Nd*	*Sa*	*Gd*	*Ho*	*Er*	*Yb*
$k \cdot 10^6 =$	$+3{,}3$	$+5{,}2$	$+11{,}2$	$+27{,}3$	$+50$	$+38{,}2$	$+6$

Die Analogie mit der Eisengruppe ist unverkennbar.

	V	*Cr*	*Mn*	*Fe*	*Co*	*Ni*
$k \cdot 10^6 =$	$+1{,}3$	$+6{,}3$	$+15$	$+12{,}5$	$+10$	$+5$

Die Reihenfolge der überhaupt stärkst magnetischen bisher bekannten Elemente ist für abnehmenden Molekularmagnetismus analoger Verbindungen:

Ho, Er, Gd, Mn, Fe, Sa, Co, Cr, Yb, Nd, Ni, Pr, V.

Holmium, für das bisher überhaupt noch keine Angaben vorlagen, steht also an erster Stelle, und da das vorliegende Präparat nur mit schwächer magnetischen Substanzen verunreinigt sein kann, ist der angegebene Wert noch als untere Grenze aufzufassen.

In welcher Weise die gewonnenen Zahlen zu analytischen Zwecken verwendet werden können, zeigt das folgende Beispiel. Es lag ein Gemisch von Erbium- und Yttriumoxyd vor, das keine merklichen Beimengungen anderer seltener Erden enthielt, und es fragte sich, wieviel Prozente Erbiumoxyd in dem Präparate enthalten seien. Die Messung ergab:

g	*a*	*p*	$\varkappa 10^6$
0,913	870	$+1{,}65$	$+10{,}2$

($g =$ zur Verwendung gelangtes Substanzgewicht in Grammen, $a =$ Anzahl von Grammen in 1000 cm³, p an der Wage abgelesener Zug in Grammen, $\varkappa =$ Suszeptibilität). Nun darf man neben der Suszeptibilität des Erbiumoxydes, diejenige von Y_2O_3 gleich Null setzen, hat also so zu rechnen, als ob die geringere Menge des Er_2O_3 in minder dichter Weise den ganzen Raum des Gemisches erfüllte. Setzt man die molekulare Suszeptibilität für Er_2O_3, $k 10^6 = 2 \times 38{,}2$, so ergiebt dies 23 Proz. Erbiumoxyd im Gemisch. Diese Angabe ist weitaus rascher erhältlich und erheblich genauer, als sie nach irgend welcher anderen Methode bisher gegeben werden kann, denn selbst bei einer Unverlässlichkeit der Magnetisierungszahl zwischen 38 und 40 würde bloss eine Unsicherheit der Gehaltsangabe um ein Prozent resultieren.

In der Magnetisierungszahl besitzen wir demnach eine für jede Substanz gerade in der Gruppe der seltenen Erden, deren chemisches Verhalten einander so ähnlich ist, wesentlich verschiedene charakteristische Eigenschaft. Vielleicht ist dieselbe berufen, mehr als dies bisher geschehen ist, zu analytischen Zwecken herangezogen zu werden.

(Eingegangen 21. November 1901.)

Das Gesetz des Kathodenfalls.[1]

Von J. Stark.

1. Darstellung des Gesetzes. — Die Spannungsdifferenz zwischen der Kathode und einem Punkte des negativen Glimmlichtes heisst Kathodenfall (Kathodengefälle), und zwar normal, wenn nicht die ganze Kathode mit Glimmlicht bedeckt ist, abnormal, wenn die ganze Kathode bedeckt ist. Das negative Glimmlicht bedeckt bei kleiner Stromstärke nur einen Teil der Kathode; seine Grundfläche wächst mit zunehmender Stromstärke und umfasst schliesslich die ganze Kathodenoberfläche.

Man weiss bis jetzt, dass der normale Kathodenfall unabhängig von Stromstärke und Gasdruck ist; für den abnormalen bei konstantem Druck gab man gewöhnlich das Gesetz $K = a + b \cdot i$ an, wo K den Kathodenfall, i die Stromstärke, a und b Konstanten bezeichnen. Dieses Gesetz ist indes falsch.

Ausgehend von theoretischen Überlegungen und übergehend zu messenden Versuchen habe ich für den Kathodenfall des Glimmstromes folgendes Gesetz gefunden:

$$K = K_n + \frac{k}{p}(j - j_n)^{1/2}.$$

K_n ist hier eine Konstante, und zwar der normale Kathodenfall, k ebenfalls eine Konstante, p der Gasdruck, j die jeweilige Stromdichte an der Kathodenoberfläche, j_n die Stromdichte an der Kathode für den nomalen Kathodenfall.

j_n ist zwar unabhängig von der Stromstärke, aber abhängig vom Gasdruck. Nach den bis jetzt vorliegenden, allerdings nicht sehr zuverlässigen Messungen gilt, mindestens in erster Annäherung, $j_n = \varkappa \cdot p$, wo $\varkappa$ eine Konstante ist. Führt man dieses Gesetz unter Vorbehalt seiner Korrektion in das Kathodenfallgesetz ein, so nimmt dieses folgende Form an:

$$K = K_n + \frac{k}{p}(j - \varkappa \cdot p)^{1/2}.$$

Es bezeichne f die Grundfläche des negativen Glimmlichtes, f_k die Kathodenoberfläche. Es ist dann $j = \frac{i}{f}$. Durch Einführung dieser Beziehung in das Kathodenfallgesetz erhält man für dieses als dritte Form:

$$K = K_n + \frac{k}{p \cdot f^{1/2}}(i - \varkappa \cdot p \cdot f)^{1/2}.$$

Bei nicht ganz mit Glimmlicht bedeckter Kathode ist dann $f < f_k$ und $j - j_n = j - \varkappa \cdot p = i - \varkappa \cdot p \cdot f = o$ oder $f = \frac{i}{\varkappa \cdot p}$. Die Grundfläche des negativen Glimmlichtes ist demnach,

[1] Ausführliche Abhandlung in den Annalen der Physik.

gleichmässige Beschaffenheit der Kathodenoberfläche und ungehinderte Entwickelung des negativen Glimmlichtes vorausgesetzt, direkt proportional der Stromstärke und umgekehrt proportional dem Gasdruck.

Das im vorstehenden in drei Formen gegebene Kathodenfallgesetz habe ich für trockene Luft bei Verwendung von Aluminium- und Platinkathoden in einer grossen Anzahl von Messungsreihen bestätigt gefunden. Aufgabe weiterer Messungen wird es sein, für möglichst reine Gase und für verschiedene Metalle die Konstanten K_n, k und $\varkappa$ zu ermitteln und die Funktion $j_n = \varphi\ (p)$ bez. $f = \chi\ (i, p)$ festzustellen. Ich betrachte meine Untersuchung darum nicht für abgeschlossen. Weitere Versuche mit einer Pumpe ohne Fettschliffe haben vor allem auch genauere Messungen des Gasdruckes zu geben. Wegen der störenden Fettdämpfe in den bisherigen Versuchen kann ich die Druckmessungen nicht als genau betrachten, und möchte darum vorläufig das Kathodenfallgesetz so formulieren:

$$K = K_n + \frac{k}{p^m \cdot f^{1/2}} (i - \varkappa \cdot p^n \cdot f)^{1/2}.$$

m und n sind Zahlen, die nach den vorliegenden Messungen von 1 sehr wenig verschieden sind.

2. Versuchsanordnung. Um eine gleichmässige Ausbreitung des negativen Glimmlichtes zu erzielen, wurden drahtförmige Kathoden (Aluminiumkathode 12,5 mm lang, 1,8 mm dick, Platinkathode 11,88 mm lang, 0,7 mm dick) verwendet. Als Stromgefäss diente eine Glaskugel von 6,1 cm Radius. Kathode und Anode standen sich in einem Durchmesser gegenüber, die Kathode symmetrisch im Kugelmittelpunkt, die Anode an der Oberfläche 1 cm tief in die Kugel hineinragend. Senkrecht zur Längsrichtung der Kathode waren zwei in Glasröhrchen steckende Sonden eingeführt; die eine für kleine Dunkelräume trat bis auf 1,5 cm an die Kathode heran, die andere für grosse Dunkelräume bis auf 3,5 cm.

Der Stromkreis war folgender: Hochspannungsbatterie von Akkumulatoren, Jodkadmium-Amylalkoholwiderstände, Unterbrecher Stromgefäss, Mikroampèremeter, Telephon, Batterie. Die Widerstände waren eine weite und vier enge Röhren; diese vier konnten beliebig parallel und hintereinander geschaltet werden. Kleine Kathodenfälle (bis 350 Volt) wurden mit einem Kelvinschen multicellularen Elektrometer gemessen, grosse mit einem Braunschen Elektrometer.

Zur Evakuation diente eine Töpler-Hagen-Pumpe. Die Messung des Druckes erfolgte in der bekannten Weise durch Kompression des verdünnten Gases in das Vorvakuum oder in das Steigrohr; die Ablesungen wurden mit dem Kathetometer gemacht.

3. Kathodenfall und Stromstärke. Bei unvollständiger Bedeckung der Kathode mit Glimmlicht wird der Kathodenfall K gleich K_n, da ja dann $j - j_n = j - \varkappa \cdot p = i - \varkappa \cdot p \cdot f = 0$ ist. Die Kurve (K, i) ist also für $f < f_k$ oder für $i < \varkappa \cdot p \cdot f_k$ bei verschiedenen Drucken dieselbe zur i-Achse parallele Gerade. Das gegebene Kathodenfallgesetz umfasst eben den normalen wie den abnormalen Kathodenfall.

Hier sei folgende Bemerkung eingeschaltet. Durch Ermittelung desjenigen i-Wertes, für den gerade $f = f_k$ geworden ist oder K grösser als K_n zu werden beginnt, lässt sich $j_n = \varkappa \cdot p = i / f_k$ scharf bestimmen.

Für $i > \varkappa \cdot p \cdot f_k$ setzt sich die Kurve (K, i) bei einem bestimmten Druck nicht als Gerade fort, sie geht vielmehr über in den Ast einer Parabel. Durch Umformung des Kathodenfallgesetzes erhält man nämlich

$$(K - K_n)^2 = \frac{k^2}{p^2}(j - \varkappa \cdot p) = \frac{k^2}{p^2 \cdot f}(i - \varkappa \cdot p \cdot f),$$

oder da nunmehr $f = f_k$ ist,

$$(K - K_n)^2 = \frac{k^2}{p^2 \cdot f_k}(i - \varkappa \cdot p \cdot f_k).$$

Das ist aber die Gleichung einer Parabel. Deren Parameter ist $\frac{k^2}{2 p^2 \cdot f}$, ihr Scheitel hat die Abscisse $i_0 = \varkappa \cdot p \cdot f_k$, die Ordinate $K_0 = K_n$.

Zeichnet man in das Achsensystem (K, i) die zu verschiedenen Drucken gehörigen (K, i)-Kurven (Linien gleichen Druckes), so erhält man eine Schar von Kurven von folgenden gegenseitigen Beziehungen.

Sämtliche (K, i)-Kurven bestehen aus einem zur i-Achse parallelen geradlinigen Teil und dem Ast einer Parabel. Die Richtung der Hauptachse sämtlicher Parabeln fällt zusammen und zwar in den geradlinigen Teil der (K, i)-Kurven. Die Abscisse $(i_0 = \varkappa \cdot p \cdot f_k)$ des Scheitels einer jeden Parabel ist eben jener geradlinige Teil. Mit abnehmendem Drucke rückt der Scheitel des Parabelastes, proportional mit p, gegen die K-Achse. Gleichzeitig wächst umgekehrt mit dem Quadrat des Druckes, also sehr rasch, der Parameter $\lambda = \frac{k^2}{2 p^2 f_k}$. Dieser ist ausserdem, wie ersichtlich, umgekehrt proportional der Kathodenoberfläche. Je kleiner diese ist, desto schneller steigt bei demselben Drucke der zugehörige Parabelast an. Alle diese Verhältnisse sind mit einem Blick in den nachstehenden Figuren 1 und 2 zu übersehen.

Die Punkte der nachstehenden Kurven wurden durch einmalige Messung gefunden, an ihnen ist nichts korrigiert. Es wurden für einen jeden Druck nacheinander die Jodkadmiumwiderstände, die einzeln unverändert gelassen wurden, in siebenfach verschiedener Weise zusammen-

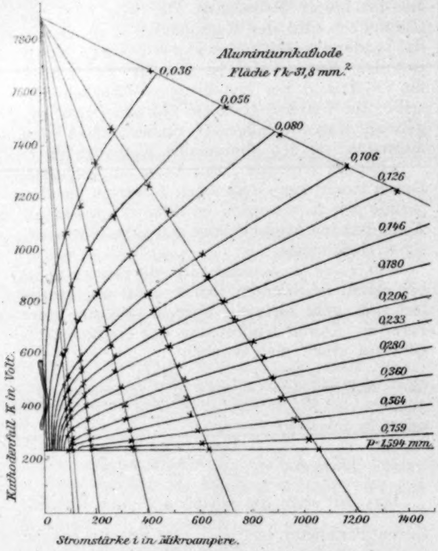

Fig. 1.

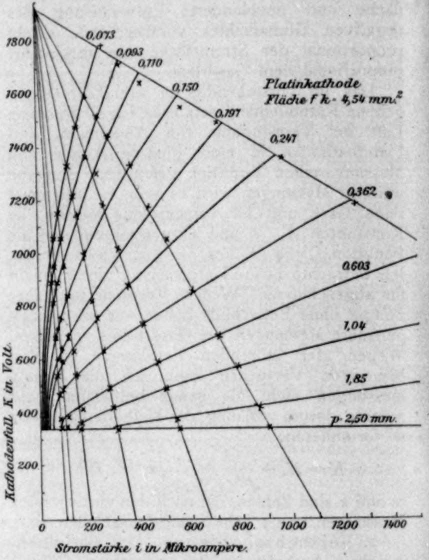

Fig. 2.

geschaltet (weite Röhre allein, die vier engen Röhren parallel, 2 enge Röhren parallel, 1, 2, 3, 4 enge Röhren hintereinander). Für jede der entsprechenden sieben verschiedenen Stromstärken wurde der Kathodenfall bestimmt. Dieses Verfahren lieferte eine Kontrolle für die Genauigkeit der Messungen.

Bezeichnet nämlich E die elektromotorische Kraft der Batterie, r den ausserhalb des Stromgefässes liegenden Ohmschen Widerstand (Vorschaltwiderstand, Widerstand der Leitung und der Batterie), V die Spannungsdifferenz der Elektroden, so gilt nach dem Ohmschen Gesetz:

$$i \cdot r = E - V.$$

V kann eine beliebige Funktion von i und p sein; wenn r und E konstant sind, so ist die (V,i)-Kurve nach der vorstehenden Gleichung eine Gerade, die durch den Punkt E auf der V-Achse geht und mit dieser den Winkel $\varphi = arc\ cotang\ r$ einschliesst. Lässt man E konstant und ändert r, so erhält man ein Büschel von Geraden durch den Punkt $V_0 = E$ auf der V-Achse. Auf diese Beziehung ist bereits von E. Riecke[1]) aufmerksam gemacht worden.

Nun gilt im allgemeinen nicht $V = K$, es ist vielmehr immer $V > K$. Aber bei der gewählten Versuchsanordnung ist entsprechend dem kleinen Abstande zwischen Anode und Kathode der zwischen Anode und negativem Glimmlicht liegende Teil der Spannung, besonders bei niedrigen Drucken, sehr klein im Verhältnis zu K, in der Hauptsache gleich dem Anodenfall von ungefähr 30 Volt. Darum darf man in dem vorliegenden Falle $V = K$ setzen. Man erhält demgemäss für die sieben verschiedenen Werte von r nach der Gleichung $i \cdot r = E - K$ sieben Gerade (V,i) durch den Punkt E auf der K-Achse. E war in der That immer gleich der Spannung der offenen einpolig geerdeten Batterie.

Erklärt sei noch, wie man dazu kam, für den Kathodenfall das falsche Gesetz $K = a + bi$ zu konstatieren. Man dehnte offenbar die Messungen über einen zu kleinen Bereich der Stromstärke, vor allem nicht auf sehr kleine Stromstärken, aus, erhielt darum einen wenig gekrümmten Teil eines Parabelastes und korrigierte diesen dann zu einer Geraden.

4. Kathodenfall und Druck. Wählt man bei verschiedenen Gasdrucken i so, dass $i - j_n f_k = const.$ bleibt, so erhält man nach dem Kathodenfallgesetz gemäss der Gleichung $(K - K_n) \cdot p = k \cdot c = const.$ als (K,p)-Kurve eine gleichseitige Hyperbel. Deren Mittelpunkt liegt in $K_0 = K_n$ auf der K-Achse.

Sind für die verschiedenen Drucke die Werte

1) E. Riecke, Ann. d. Phys. **4**, 597, 1901.

von j_n bekannt so lassen sich in den oben gegegebenen (K,i)-Kurven diejenigen Werte von i ermitteln, für welche $i - j_n \cdot f_k = const.$ ist. Da sich indes die $j_n \cdot f_k$ aus jenen Kurven nicht mit Sichereit entnehmen lassen, so sei darauf verzichtet, das Kathodenfallgesetz bezüglich des Druckes dadurch zu prüfen, dass nach gleichseitigen Hyperbeln auf der (K,i,p)-Fläche gesucht wird.

Es seien die Kurven betrachtet, welche Ebenen senkrecht zur i-Achse auf jener Fläche ausschneiden. Diese Kurven (Linien gleicher Stromstärke) besitzen nach dem Kathodenfallgesetz die Gleichung

$$(K - K_n)p = \frac{k}{f^{1/2}}(i - j_n \cdot f)^{1/2} = \frac{k}{f^{1/2}}(i - \varkappa \cdot p \cdot f)^{1/2}.$$

Diese Gleichung stellt keine Hyperbel dar. Für kleine Werte von $\varkappa \cdot p \cdot f$ und grosse Werte von i kann indes $\varkappa \cdot p \cdot f$ neben i vernachlässigt werden, so dass dann als (K,p)-Kurve ein Stück einer gleichseitigen Hyperbel sich ergiebt. Dieser Fall tritt ein bei niedrigen Drucken und kleiner Kathodenoberfläche. Die nachstehenden Kurven (Fig. 3 und 4), die aus den (K,i)-Kurven erhalten wurden, lassen in der That dies erkennen.

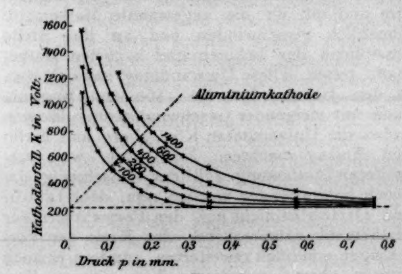

Fig. 3.

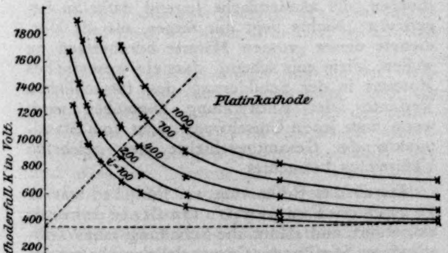

Fig. 4.

Die Fortsetzung jenes hyperbolischen Stückes in den Bereich grösserer Drucke deckt sich indes nicht mehr mit dem Zuge der wirklichen (K,p)-Kurve; vielmehr sind ihre Ordinaten grösser als die wirklichen K-Werte. Die (K,p)-Kurve, oder gleich allgemein die verschiedenen $(K p)$-Kurven für verschiedene i-Werte laufen in dieselbe Gerade aus, nämlich parallel zur p-Achse im Abstand $K = K_n$.

5. Schlussbemerkung. An anderer Stelle[1]) habe ich bereits darauf hingewiesen, dass das Ohmsche Differentialgesetz und darum auch das Ohmsche Integralgesetz für verdünnte durchströmte Gase, vor allem an der Kathode, nicht mehr gilt. Bezeichnet V die Spannungsdifferenz, r den Widerstand, E_i eine innere elektromotorische Kraft zwischen zwei Querschnitten eines gewöhnlichen Leiters, so gilt nach dem Ohmschen Integralgesetz:

$$V = E_i + i \cdot r.$$

Nach dem Kathodenfallgesetz für Gase gilt

$$K = K_n + \frac{k}{p \cdot f^{1/2}}(i - j_n \cdot f)^{1/2}.$$

Es darauf hingewiesen, dass mit dem Kathodenfallgesetz zum ersten Male ein Gesetz für einen Teil des Glimmstromes gewonnen ist, das analog dem Ohmschen umfassend ist, indem es für einen grossen Bereich der Stromstärke und des Druckes gilt. Ja es dürfte die Basis für ein allgemeines Integralgesetz des Glimmstromes werden.

Jetzt schon stellt das Kathodenfallgesetz mit Annäherung das Gesetz für einen Glimmstrom dar, dessen positiver Teil so verkürzt ist, wie bei der hier gewählten Versuchsanordnung.

Die Spannungsdifferenz zwischen den Elektroden des Stromgefässes sei V, die zwischen dem negativen Glimmlicht und der Anode liegende Spannung sei P. Es gilt dann als allgemeines Integralgesetz für einen Glimmstrom

$$V = K + P = K_n + \frac{k}{p \cdot f^{1/2}}(i - j_n \cdot f)^{1/2} + P.$$

Behufs Gewinnung dieses Gesetzes wird es eine weitere Aufgabe sein, das Integralgesetz des positiven Teiles eines Glimmstromes zu ermitteln, P als Funktion von Stromstärke, Druck, Querschnitt und Länge des Stromgefässes darzustellen.

1) Ann. d. Phys. 5, 793, 1901.

Göttingen, 19. Oktober 1901.

(Eingegangen 13. November 1901.)

VORTRÄGE UND DISKUSSIONEN VON DER 73. NATURFORSCHERVERSAMMLUNG ZU HAMBURG.

Paul Stäckel (Kiel), **Bericht über die Entwicklung des Unterichtsbetriebes in der angewandten Mathematik an den deutschen Universitäten.**[1])

Auf der Jahresversammlung der Deutschen Mathematiker-Vereinigung in München (1899) war in Aussicht genommen worden, dass in etwa zwei Jahren ein Bericht über die inzwischen getroffenen Einrichtungen für den Unterrichtsbetrieb in der angewandten Mathematik an den einzelnen Universitäten erstattet werden sollte. Der Aufforderung des Vorstandes, den Bericht zu übernehmen, bin ich gern nachgekommen und habe durch Anfragen bei den Fachgenossen das erforderliche Material gesammelt; allen den Herren, die mir so bereitwillig Auskunft gegeben haben, möchte ich auch an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen.

Als ich daran ging, den so gewonnenen Stoff zu verarbeiten, erkannte ich bald, dass, wenn mehr als Zusammenstellungen statistischer Daten gegeben, wenn vielmehr die Veränderungen, die während der letzten Jahre eingetreten sind, mit tieferem Verständnis betrachtet und dargestellt werden sollten, weitere, rückwärtsgreifende geschichtliche Studien notwendig seien.[2]) Da ich glaube, dass gegenwärtig, wo die Fragen des Unterrichts wieder Interesse und Bedeutung erlangt haben, eine Orientierung manchem willkommen sein wird, erlaube ich mir, dem eigentlichen Bericht eine historische Einleitung vorauszuschicken; ich werde mich dabei auf Deutschland beschränken, möchte aber darauf hinweisen, dass auch in anderen Ländern, besonders in Frankreich, ähnliche Entwicklungen stattgefunden haben.

Wenn man die Vorlesungsverzeichnisse der deutschen Universitäten aus dem Beginn des 19. Jahrhunderts durchsieht, so zeigt sich, dass das Niveau der mathematischen Vorlesungen recht niedrig stand. Es wird regelmässig „Reine Mathematik", d. h. ein Kursus der elementaren Mathematik gelesen, der durch besondere Vorlesungen über Stereometrie und ebene und sphärische Trigonometrie ergänzt wird. Der höhere Kursus besteht lediglich aus einer häufig nur einsemestrigen Vorlesung über Differential- und Integralrechnung. Daneben findet man aber ebenso regelmässig Vorlesungen über „Angewandte Mathematik" angekündigt. Darunter ist ein für moderne Begriffe ziemlich ausgedehnter Komplex von Disziplinen zu verstehen, unter denen die Mechanik am wichtigsten ist, genauer: Elemente der Mechanik, vom Standpunkte praktischer Anwendungen aufgefasst; einen deutlichen Begriff von dem Inhalte solcher Vorlesungen giebt die 1858 erschienene Einleitung in die Mechanik von Lübsen. In Göttingen scheinen sich Vorlesungen über angewandte Mathematik am längsten erhalten zu haben, denn noch für das Wintersemester 1856/57 wurden sie von Ulrich angezeigt. Zur angewandten Mathematik gehörten ebenfalls die ständigen Vorlesungen über praktische Geometrie oder Feldmessung. Auch beschreibende Geometrie wurde gelegentlich gelesen, besonders in Berlin; so im Sommersemester 1812 von dem Akademiker Gruson, in den folgenden Jahren wiederholt von dem Privatdozenten Lubbe.

Geht man in den Vorlesungsverzeichnissen weiter, so stellt sich heraus, dass die elementare und mit ihr die angewandte Mathematik allmählich verschwinden und an ihre Stelle Disziplinen der höheren und höchsten Mathematik treten. Diese Umwandlung hat sich etwa in den Jahren 1830 bis 1860 erst langsam, dann mit steigender Geschwindigkeit vollzogen, wobei die Universitäten Königsberg und Berlin den Anfang machten. Nach einer weit verbreiteten Auffassung soll der Umschwung dadurch hervorgerufen worden sein, dass Jacobi und Dirichlet nicht nur, den Fortschritten der Mathematik entsprechend, den Kreis der Vorlesungen erheblich erweiterten, sondern es auch wagten, über Gegenstände ihrer eigenen Forschungen vorzutragen, und dass sie es verstanden, die akademische Jugend dafür zu begeistern. Nichts liegt mir ferner, als die Verdienste dieser grossen Männer herabsetzen zu wollen, allein mir scheint, dass ein wesentliches Moment in der Schilderung des tatsächlichen Verlaufes der Entwicklung übersehen wird, wenn man jenen Umschwung nicht vom Standpunkte der Gesamtgeschichte des gelehrten Unterrichts betrachtet.

Durch das Edikt vom 12. Juli 1810 war in Preussen das Examen pro facultate docendi eingeführt und damit die Schaffung eines selbständigen Standes der Gymnasiallehrer begonnen worden. Die erste Prüfungsordnung besagte einfach, dass jeder Kandidat in den philologischen, historischen und mathematischen Fächern geprüft und ihm über seine Kenntnisse ein Zeugnis ausgestellt werden sollte. Demnach mussten damals alle künftigen Lehrer wenigstens die Elemente mathematischer Bildung sich

1) Abteilung I, 25. Septbr. 1901.

2) Dabei ist mir Paulsens Geschichte des gelehrten Unterrichts (2. Auflage, Leipzig 1897) von Nutzen gewesen, dessen Ausführungen freilich gerade nach der mathematisch-naturwissenschaftlichen Seite einer Ergänzung bedürfen.

zu eigen machen, und dieser Forderung entsprachen die vorher geschilderten Einrichtungen des Unterrichtsbetriebes an den Universitäten.

Eine Scheidung verschiedener Fächer findet sich erst in der zweiten Prüfungsordnung vom 20. April 1831, die bestimmt, dass die Prüfung sich auf folgende Gegenstände erstrecken solle: Erstens alte Sprachen und Deutsch mit Einschluss von Hebräisch, zweitens Mathematik und Naturwissenschaften, drittens Geschichte und Geographie. Kein Kandidat dürfe die Prüfung in einem der drei Fächer ablehnen, allein es werde nicht erwartet, dass er in jedem das gleiche leiste, und es genüge ein Hauptfach. Wer jedoch an einer Realschule Mathematik und Naturwissenschaften zu lehren vorhabe, der dürfe die Prüfung im Griechischen und Hebräischen gänzlich ablehnen. Diese Bestimmungen bedeuteten, dass von jetzt an unter den Gymnasiallehrern eine Scheidung in fachmässig gebildete Philologen, Mathematiker und Historiker eintrat.

Die Rückwirkung auf die Universitäten blieb nicht aus. Während vorher ein der philosophischen Fakultät angehörender Student Vorlesungen über alle darin vertretenen Disziplinen mit Nutzen hören konnte, wurden diese jetzt auf die künftigen Fachmänner berechnet, und das hat zur Folge, dass die Studenten ihre Thätigkeit mehr und mehr auf die Vorlesungen ihres Faches konzentrieren.

Die so eingetretene Spezialisierung der Studien ist durch die dritte Prüfungsordnung vom Jahre 1866 legalisiert worden. In ihr wird die für jeden Kandidaten des höheren Schulamts erforderliche „allgemeine" Bildung auf Religion, Geschichte, Philosophie und Pädagogik beschränkt und davon die Fachbildung geschieden, bei der mannigfache Verbindungen von Einzelfächern zulässig sind; auch bei den folgenden Prüfungsordnungen aus den Jahren 1887 und 1898 ist dieser Grundsatz beibehalten worden.

Die im vorhergehenden angeführten Thatsachen scheinen mir zu beweisen, dass die Prüfungsordnung vom Jahre 1831 an den philosophischen Fakultäten für spezifisch mathematische Vorlesungen Raum geschaffen hat, und dass sie, indem Männer wie Jacobi, Dirichlet und deren Nachfolger Gelegenheit zu einer fruchtbaren Lehrthätigkeit fanden, für die Weiterentwicklung der Mathematik selbst höchst segensreich gewirkt hat. Dabei verkenne ich keineswegs, dass die Prüfungsordnung allein dafür nicht verantwortlich gemacht werden darf, dass vielmehr der treibende Grund, warum eine Scheidung von Fächern stattgefunden hat, das rasche Wachstum und die immer stärkere Differentiierung der verschiedenen Zweige der mathematisch-naturwissenschaftlichen und historischen Disziplinen gewesen ist. Das Hauptgewicht möchte ich darauf legen, festzustellen, dass die Aufgabe, die den philosophischen Fakultäten seit Beginn des 19. Jahrhunderts übertragen worden war: den Lehrern an den höheren Schulen die wissenschaftliche Vorbildung zu geben — denn bis dahin waren die philosophischen Fakultäten nur die allgemein-wissenschaftliche Vorschule für die drei „oberen" Fakultäten gewesen und die Lehrer waren aus den theologischen Fakultäten hervorgegangen —, dass diese neue Aufgabe der Erfüllung der alten: die wissenschaftliche Forschung fortzupflanzen, nicht nur nicht hinderlich gewesen ist, sondern sie in hohem Grade gefördert hat.

Während in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts und noch etwas darüber hinaus die Entwicklung der philosophischen Fakultäten sich in beständiger Wechselwirkung mit derjenigen der höheren Schulen vollzogen hat, bietet der Schlussabschnitt des Jahrhunderts ein ganz anderes Bild. Auf den ersten Blick fällt freilich eine Analogie ins Auge: der fortschreitenden Spezialisierung der Fächer an den Universitäten entspricht eine fortschreitende Spezialisierung der höheren Schulen. Neben die Gymnasien treten die Realgymnasien und Oberrealschulen und gewinnen allmählich immer grössere Bedeutung. Ausserdem aber werden Schulen für besondere Bedürfnisse der Praxis gegründet, höhere Fachschulen; ich nenne etwa Baugewerkschulen, Maschinenbauschulen, Seefahrtschulen. Auch diese neuen Triebe am Organismus des Unterrichtswesens haben sich bereits als lebens- und entwicklungsfähig erwiesen. Trotz dieser äusseren Ähnlichkeit ist jedoch ein innerer Gegensatz vorhanden, der besonders scharf bei der Mathematik zum Ausdruck kommt. Während die neuen Schulen der Praxis dienen wollen, werden an den Universitäten gerade die abstraktesten Gebiete der Mathematik bevorzugt, und es kommt zu einer häufig unbewussten, gelegentlich aber auch mit aller Entschiedenheit gewollten Abkehrung von den Anwendungen.

Die Folge dieses Verhaltens der Universitäten ist gewesen, dass für die Vorbildung der Lehrer an den höheren Schulen nicht mehr in ausreichender Weise gesorgt wurde. Das zeigt sich vor allem bei der darstellenden Geometrie, denn in die Lehrpläne der Realgymnasien und Oberrealschulen war als Unterrichtsgegenstand für die obere Stufe Stereometrie nebst den Grundlagen der darstellenden Geometrie aufgenommen worden, und in den zugehörigen methodischen Bemerkungen wurde gefordert, dass der stereometrische Unterricht das Verständnis projektivischen Zeichnens vorbereiten und unterstützen solle. In der That ist eine

gründliche Ausbildung der Raumanschauung für die künftigen Techniker von allergrösstem Werte; welche Schwierigkeiten vielen Humanisten, die sich der Technik widmen wollen, aus dem Mangel daraus erwachsen, hat Herr Slaby mit beredten Worten in dem Gutachten geschildert, das er für die Verhandlungen über Fragen des höheren Unterrichts im Juni 1900 erstattet hat. Angesichts einer solchen Sachlage ist es auf das lebhafteste zu bedauern, dass — von wenigen Ausnahmen abgesehen — die preussischen Universitäten der darstellenden Geometrie keinen Platz eingeräumt haben. Viele Lehrer der Mathematik haben die dadurch verursachte Lücke in ihrer Ausbildung schmerzlich empfunden, besonders den Mangel an zeichnerischer Fertigkeit, die sich anzueignen in den späteren Lebensjahren sehr schwer, ja manchmal unmöglich ist.

Welche Konsequenzen man in den Kreisen der Lehrer aus diesem Verhalten der Universitäten gezogen hat, zeigt eine Äusserung eines als tüchtiger Mathematiker anerkannten Schulmanns, die bald nach dem Erlass der Prüfungsordnung vom 12. September 1898 auf einer preussischen Direktorenkonferenz gefallen ist: „Die Fachlehrer der Mathematik werden, wie zu hoffen steht, von der neuen Einrichtung, während eines Teiles ihrer Studienzeit die technischen Hochschulen besuchen zu dürfen, in Zukunft ausgiebig Gebrauch machen. Der technischen Hochschule wird hauptsächlich die Ausbildung der Mathematiker in der darstellenden Geometrie, im Zeichnen, in der graphischen Statik und in der Geodäsie zufallen." Von diesem Standpunkte aus ist es nur ein Schritt zu der Forderung, dass die gesamte Ausbildung der Lehramtskandidaten der Mathematik den technischen Hochschulen übertragen werden solle, wobei man sich darauf beruft, dass in Bayern, Hessen, Sachsen und in der Schweiz bereits technische Hochschulen als Lehrerbildungsanstalten mit den philosophischen Fakultäten in Konkurrenz getreten sind. Freilich bestehen dort im Anschluss an die allgemein-wissenschaftlichen Abteilungen für diesen Zweck besondere Einrichtungen, an denen es in Preussen bis jetzt gänzlich mangelt.

Hierin liegt der Grund, warum die Zulassung eines teilweisen Studiums an den technischen Hochschulen in Preussen geringen Erfolg haben wird. Die Erfahrung hat wiederholt gezeigt, dass Studenten der Mathematik, die sich an einer der technischen Hochschulen Preussens die für die Facultas in der angewandten Mathematik erforderlichen Kenntnisse und Fertigkeiten aneignen wollten, enttäuscht nach der Universität zurückkehrten, indem sich bald herausgestellt hatte, dass sie bei dem allein für die Bedürfnisse der Techniker berechneten Unterrichtsbetriebe ihren Zweck nur mit unverhältnismässigem Aufwande von Zeit und Arbeit hätten erreichen können. Weit eher ist eine andere Wirkung jener Bestimmung zu erwarten, dass nämlich in Zeiten der Überfüllung des technischen Berufs und ungünstiger Konjunkturen der Industrie mancher Techniker umsatteln und unter Anrechnung der drei Semester zur Universität übergehen wird.

Dass an den technischen Hochschulen Preussens für die Bedürfnisse der Lehramtskandidaten gesorgt werden wird, erscheint vorläufig wenig wahrscheinlich. Einmal verhalten diese selbst sich durchaus ablehnend, dann aber ist im Laufe der letzten Jahre in der Haltung der Universitäten eine wesentliche Änderung vorgegangen. Den Anstoss dazu hat Herr Felix Klein gegeben, der schon während seiner Lehrthätigkeit in Erlangen (1872—1875) und ebenso nachher in Leipzig (1881—1886) der Pflege der angewandten Mathematik seine Aufmerksamkeit zugewandt hatte, dann aber im Laufe der letzten zehn Jahre durch das Wort und die That mit aller Energie dafür eingetreten ist. Wenn sich jetzt eine Universität nach der andern dem Vorgehen von Göttingen anschliesst, so betrachte ich das als ein Zeichen, dass die deutschen Universitäten gewillt sind, um die von ihnen beanspruchte führende Stellung in dem geistigen Leben der Nation zu behaupten, der Fortbildung des höheren Schulwesens auch ihrerseits ihr Recht zu teil werden zu lassen, und bin der festen Überzeugung, dass dieser Entschluss nicht weniger glückliche Folgen für die mathematische Wissenschaft haben wird, als zu Anfang des 19. Jahrhunderts die Übernahme der Vorbildung der Gymnasiallehrer. Denn wenn auch der spezialistischen Pflege der Mathematik die großen Fortschritte zu verdanken sind, die während der letzten 70 Jahre gemacht wurden, so muss doch die völlige Isolierung und Abschliessung von der Aussenwelt auf die Dauer zu Verödung und Unfruchtbarkeit führen. Ich komme damit auf ein Thema, das in den letzten Jahren vielfach behandelt worden ist, besonders von Herrn F. Klein, von dessen Veröffentlichungen ich den Vortrag erwähnen möchte. Allgemeines über angewandte Mathematik[1]), der in dem interessanten Sammelbande der Ostern 1900 bei Gelegenheit des Ferienkursus der Oberlehrer für Mathematik und Physik in Göttingen gehaltenen Vorträge abgedruckt ist.[2])

Es war mein lebhafter Wunsch gewesen, den vorhergehenden Darlegungen eine präzisere Form zu geben, sie nämlich mit statistischen

1) Vgl. diese Zeitschr. **2**, 13, 1900.

2) Sehr beachtenswert sind auch die Ausführungen von Herrn Paul Tannery in seiner Besprechung des Werkes von Loria über die Geschichte der griechischen Mathematik (Bulletin des Sciences mathématiques (2) **25**, 1901, 85—90).

Angaben zu versehen. Im besonderen schien es mir von Wichtigkeit, festzustellen, an welchen Unterrichtsanstalten Deutschlands mathematisch vorgebildete Lehrer beschäftigt sind und wieviele, und wie gross daher die Anzahl der Studenten der Mathematik sein muss, damit weder Mangel noch Überfüllung eintritt. Leider hat sich herausgestellt, dass die Aufstellung einer solchen Statistik, die schwieriger ist, als es beim ersten Blick erscheinen mag, wenn sie auf Zuverlässigkeit und Vollständigkeit Anspruch machen will, die Kräfte des einzelnen bei weitem übersteigt.[1]) Es wäre sehr zu wünschen, dass der Verein zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften sich dieser wichtigen Angelegenheit annehmen wollte.[2])

Bei dem Unterrichtsbetrieb in der angewandten Mathematik handelt es sich gemäss der Prüfungsordnung vom 12. September 1898 um drei Gebiete: Darstellende Geometrie, Geodäsie, technische Mechanik. Nach den Erfahrungen, die bis jetzt gemacht sind, würden die Vorlesungen etwa in der Weise zu verteilen sein, dass zunächst in einem Wintersemester eine grössere, mit Übungen verbundene Vorlesung über darstellende Geometrie gehalten wird, der im Sommersemester eine kleinere ergänzende Vorlesung folgt; gleichzeitig damit könnte auch graphische Statik oder Kinematik gelesen werden, die vielfach in denselben Händen wie die darstellende Geometrie liegen. Im folgenden Wintersemester würde die technische Mechanik an die Reihe kommen, und den Schluss des Turnus im vierten Semester die niedere Geodäsie bilden, da Feldmessungen nur während des Sommers vorgenommen werden können. Dazu kämen weitere Vorlesungen über spezielle Gebiete der technischen Mechanik, sowie über Ausgleichungsrechnung und höhere Geodäsie, die an geeigneter Stelle einzuschalten wären. Ungefähr in dieser Art ist der Unterrichtsbetrieb in Göttingen und Strassburg geregelt.

1) Auf die Wichtigkeit einer solchen Statistik hat bereits Herr Schoenflies in einem mit grosser Sachkenntnis geschriebenen Artikel aufmerksam gemacht, der in Bd. 69 der Preussischen Jahrbücher erschienen ist. Eine nützliche Vorarbeit ist der von Kunze begründete und gegenwärtig von den Herren Toeplitz und Malberg herausgegebene Kalender für das höhere Schulwesen Preussens. Er erstreckt sich jedoch nur auf die Gymnasien, Realgymnasien und Oberrealschulen Preussens, es fehlen also die anderen deutschen Staaten und die höheren Fachschulen.

2) Dabei müssten alle Lebensstellungen, die sich für einen Mathematiker darbieten, in Betracht gezogen werden, also nicht nur die Thätigkeit an höheren Schulen (Universitäten und technische Hochschulen eingeschlossen), sondern auch an anderen Instituten, etwa an Bergakademien und landwirtschaftlichen Hochschulen, Kriegs- und Marineakademien, an der physikalisch-technischen Reichsanstalt und den Potsdamer geodätisch-astronomischen Instituten; dazu kommt die Verwendung von Mathematikern für Zwecke der Optik, Elektrotechnik, Ballistik, des Versicherungs- und Bankwesens u. s. w.

Da für die Vorbildung der Lehrer in Süddeutschland abweichende Vorschriften gelten, werde ich mich bei den folgenden ausführlichen Berichte auf die zehn preussischen Universitäten — Münster eingerechnet — beschränken, und nur Giessen, Jena und Strassburg hinzunehmen, wo die Verhältnisse ähnlich liegen; Leipzig kommt leider nicht mehr in Betracht, da die Pflege der angewandten Mathematik dort in Vergessenheit geraten ist.

Recht erfreulich steht es mit der darstellenden Geometrie, denn es ist Aussicht vorhanden, dass sie von Ostern 1902 ab fast an allen Universitäten vertreten sein wird; nur die Universität Berlin scheint in dieser Beziehung rückständig bleiben zu wollen. Die besten Einrichtungen für darstellende Geometrie besitzt Göttingen. Während früher ein besonderer Zeichensaal im Auditoriengebäude zur Verfügung stand, ist jetzt — der starken Frequenz der Vorlesungen entsprechend — ein ganzes Stockwerk eines besonderen Gebäudes für die Zwecke der darstellenden Geometrie eingerichtet worden; auch für die Anfertigung mathematischer Modelle findet sich dort Gelegenheit. Besondere Zeichensäle sind auch in Bonn und in Jena vorhanden; der in Bonn ist allerdings nur im Sommer benutzbar. An den anderen Universitäten hat man sich mit den Räumen der mathematischen Seminare begnügen müssen, die zunächst auch ausreichend sein werden. Übrigens ist es ratsam, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln — auch wenn sie mangelhaft sind — einmal den Anfang zu machen. Später wird jedoch überall die Einrichtung besonderer Zeichensäle anzustreben sein, da den Studenten die Möglichkeit gegeben werden muss, auch ausserhalb der Übungsstunden nach freiem Ermessen zeichnen zu können.

Für die Beschaffung der erforderlichen Utensilien sind seitens der vorgesetzten Behörden mehrfach Geldmittel bewilligt worden. Im allgemeinen waren Zeichentische und -stühle anzuschaffen, dazu kamen Zeichengeräte für die Wandtafel, Reissbretter und Reissschienen. In Strassburg hat der Gesamtaufwand etwa 18 M. für den Teilnehmer betragen; an anderen Universitäten sind die Kosten höher gewesen. In Königsberg ist man mit den Anschaffungen noch weiter gegangen, dort sind den Studenten Reisszeuge und andere Zeichenutensilien zur Verfügung gestellt worden.

Während die Vorlesungen über darstellende Geometrie an den Universitäten Bonn, Göttingen, Halle, Jena, Strassburg lebhaft besucht waren, wird an anderen Orten darüber geklagt, dass die Studenten keine Neigung dafür zeigten, wahrscheinlich, weil sie von dem Zweck und der Bedeutung der darstellenden Geometrie

keine Ahnung hatten. Es wird Sache der Professoren sein, die Studenten der Mathematik auf die Wichtigkeit dieser Disziplin aufmerksam zu machen, indem sie ihnen z. B. darlegen, dass jeder Mathematiker, im besonderen aber jeder Lehrer der Mathematik, die Fähigkeit besitzen sollte, nicht nur richtig zu rechnen, sondern auch richtig zu zeichnen, und darauf hinweisen, dass die neuen Lehrpläne vom Jahre 1901 für die Prima des Gymnasiums eine „Anleitung zum perspektivischen Zeichnen räumlicher Gebilde" als Lehraufgabe vorschreiben, für die Prima der Realgymnasien aber, nachdem in der Sekunda eine solche Anleitung vorausgegangen ist, die „Grundlehren der darstellenden Geometrie" fordern und bei den Oberrealschulen eine Weiterführung der darstellenden Geometrie zulassen[1]); auch könnte erwähnt werden, dass die Aneignung dieser Disziplin die Aussicht auf Anstellung an höheren Fachschulen eröffnet. Gelegentliche mündliche Belehrungen dieser Art werden sehr nützlich sein; sie sollten jedoch durch gedruckte Studienpläne ergänzt werden. Wenn schon an sich gerade für Mathematiker behufs zweckmässigen Ganges der Studien eine Anleitung bei der Wahl der Vorlesungen wünschenswert ist, so wird sie gegenwärtig, wo neue Disziplinen hinzutreten, zur dringenden Notwendigkeit. Ich möchte mich daher der Aufforderung anschliessen, die Herr F. Klein in München an die Fachgenossen gerichtet hat, dass in ähnlicher Weise, wie es bereits in Göttingen und Strassburg geschehen war — und, füge ich hinzu, wie es inzwischen in Greifswald und Jena geschehen ist und für Königsberg (unter Benutzung eines älteren Entwurfs) in naher Aussicht steht — überall Studienpläne ausgearbeitet würden, für deren Gestaltung im einzelnen die individuellen Verhältnisse der Universitäten massgebend sein müssen. In Breslau und Göttingen hat man für die angewandte Mathematik etwas Besonderes gethan, dort sind neuerdings Ratschläge über das Lehramtsexamen in diesem Fache an die Studenten der Mathematik verteilt worden, in denen die Bestimmungen der Prüfungsordnung erläutert und die zu hörenden Vorlesungen angegeben werden.

Die Gewinnung von Lehrkräften für die darstellende Geometrie ist verhältnismäßig leicht gelungen, da sich hier jüngeren Mathematikern eine günstige Gelegenheit zu akademischer Thätigkeit bietet. In Halle, Kiel, Königsberg, Marburg haben sich Privatdozenten habilitiert, die für dieses Fach besonders vorgebildet waren. In Strassburg hat man den Privatdozenten die Möglichkeit gegeben, ein Semester an einer technischen Hochschule zuzubringen und deren Unterrichtsbetrieb kennen zu lernen. Ein Lehrauftrag für darstellende Geometrie ist bis jetzt nur in Giessen, Göttingen und Jena erteilt worden; es ist jedoch nicht daran zu zweifeln, dass, sobald erst eine erfolgreiche Lehrthätigkeit in der darstellenden Geometrie nachgewiesen werden kann, auch an den anderen Universitäten das gleiche geschehen wird.

Was den Inhalt der Vorlesungen angeht, so giebt die Forderung der Prüfungsordnung: Kenntnis der darstellenden Geometrie bis zur Lehre von der Centralprojektion einschliesslich und entsprechende Fertigkeit im Zeichnen der Individualität des Dozenten freien Spielraum. Dementsprechend herrscht grosse Mannigfaltigkeit. Der eine legt besonderen Wert auf die Ausbildung der technischen Fertigkeit, der andere bevorzugt die theoretische Erfassung der Methode, der dritte sucht die darstellende Geometrie in möglichst enge Beziehung zu anderen mathematischen Disziplinen, besonders der projektiven Geometrie und der analytischen Geometrie des Raumes zu bringen. Wenn erst mehr Erfahrungen gesammelt sein werden, wird es Aufgabe der Deutschen Mathematiker-Vereinigung sein, Gelegenheit zu gegenseitigem Meinungsaustausch zu geben, denn sie hat ja den Zweck, die verschiedenen Teile und zerstreuten Organe der Wissenschaft in lebensvolle Verbindung und Wechselwirkung zu setzen.

Weniger Günstiges ist über Geodäsie zu berichten, deren Einführung an den Universitäten vielfach auf Schwierigkeiten stösst. Am besten steht es mit den Vorlesungen über höhere Geodäsie und Ausgleichungsrechnung, die nicht wenige Mathematiker zu übernehmen im stande sind und für die Astronomen, zum Teil auch Physiker, helfend eintreten können. Bedenklicher wird es bei der niederen Geodäsie, da die Ausführung von Messungen im Gelände einen ziemlich kostspieligen Apparat (Theodoliten u. s. w.) erfordert. In Göttingen ist es gelungen, Mittel flüssig zu machen, um die Sammlung mathematischer Apparate und Modelle in diesem Sinne zu erweitern; die betreffende Abteilung ist in demselben Gebäude, wie die darstellende Geometrie untergebracht. In Breslau, Jena und Strassburg hat man die geodätischen Übungen an die Sternwarte angliedern können. In Bonn und Halle bietet sich die Möglichkeit, landwirtschaftliche Dozenten, in Giessen forstwissenschaftliche heranzuziehen; in Kiel wird, entsprechend den maritimen Interessen Nordwestdeutschlands, die nautische Seite zu bevorzugen und Anschluss an die Marine zu erstreben sein.

---

1) Wie der Unterricht im perspektivischen Zeichnen und in der darstellenden Geometrie gehandhabt werden soll, darüber sind die Ansichten der Lehrer noch sehr geteilt. Das zeigen die Verhandlungen des Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften, die im vorigen Jahre in Hamburg stattgefunden haben; einen Bericht hierüber findet man in den von dem Verein herausgegebenen, sehr lesenswerten Unterrichtsblättern, Jahrg. 1900.

Am wenigsten befriedigend ist der Zustand des Unterrichtsbetriebes in der technischen Mechanik. Wenn man von der graphischen Statik absieht, für die keine besonderen Veranstaltungen erforderlich sind, sobald für die darstellende Geometrie gesorgt ist, so sind nur in Giessen, Göttingen, Halle und Strassburg mit Übungen verbundene Vorlesungen über technische Mechanik abgehalten worden. Diesen Universitäten wird sich demnächst Jena anreihen, wo ein besonderes Institut für technische Physik erbaut werden soll.

Die erste Schwierigkeit, die bei der technischen Mechanik vorliegt, besteht in der Beschaffung der erforderlichen instrumentellen Einrichtung. Sie ist nicht so gross, als man vielfach glaubt. So umfangreiche und kostspielige Institute wie in Göttingen werden freilich für andere Universitäten nicht zu erschwingen sein, sie sind aber auch für den gewöhnlichen Betrieb nicht notwendig. Es genügt, wenn seitens der Physiker, die freilich vielfach der Pflege der angewandten Mathematik an den Universitäten noch gleichgültig, wenn nicht unfreundlich gegenüberstehen, die Benutzung der Institute und ihrer Einrichtungen gestattet wird und wenn einige Demonstrationsapparate angeschafft werden, deren Kosten — nach dem Urteil Sachverständiger — die Höhe von 1000 M. nicht überschreiten werden. An manchen Orten werden sich Erleichterungen bieten, z. B. wo landwirtschaftliche Institute maschinentechnische Einrichtungen besitzen; in Kiel wird vielleicht die im Entstehen begriffene höhere Schiffs- und Maschinenbauschule von Nutzen sein.

Weit ernsthafter ist die zweite Schwierigkeit, geeignete Lehrkräfte zu finden. Die Dozenten der Mathematik sind fast alle rein theoretisch ausgebildet, und nur wenigen wird es gelingen, sich nachträglich in die technische Mechanik einzuarbeiten. Gegen Ingenieure ist in den meisten Fällen einzuwenden, dass ihnen diejenige mathematische Vorbildung fehlt, die bei akademischen Vorlesungen über technische Mechanik notwendig ist. Man wird sich daher bescheiden müssen und nur auf die allmähliche Besserung rechnen dürfen, die dadurch herbeigeführt werden wird, dass wenigstens an einigen Universitäten die technische Mechanik, hier aber zum Teil in ganz ausgezeichneter Weise, vertreten ist. Die neue Generation der Mathematiker wird dort Gelegenheit finden, sich in diesem Fache zweckmässig auszubilden, und es werden später Privatdozenten der Mathematik die betreffenden Vorlesungen und Übungen übernehmen können.

Bis jetzt sind nur wenige Kandidaten für die facultas docendi in der angewandten Mathematik zur Prüfung gelangt, in Berlin-Charlottenburg zwei, in Göttingen einer, und ihre Zahl wird wahrscheinlich während der nächsten Jahre gering bleiben. Die Frage, wie die ziemlich weiten Bestimmungen der Prüfungsordnung gehandhabt werden sollen, ist daher gegenwärtig noch nicht brennend. Dagegen werden einige Mitteilungen über die Examinatoren in der angewandten Mathematik von Interesse sein. Nur für die Provinzen Ost- und Westpreussen und Pommern ist es noch nicht gelungen, die Stellen in der Prüfungskommission zu besetzen. Bei den übrigen acht Kommissionen giebt es neun Examinatoren, da Schlesien deren zwei aufweist. Von ihnen gehört einer dem Lehrkörper eines Gymnasiums an, einer dem einer technischen Hochschule, zwei sind Direktoren von Maschinenbauschulen und fünf Universitätsprofessoren. Auch in diesem Zahlenverhältnis kommt der gute Wille der Universitäten zum Ausdruck, den Unterrichtsbetrieb in der angewandten Mathematik zu fördern, für dessen weitere Entwicklung nunmehr eine sichere Grundlage gewonnen ist.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 11. Oktober 1901.)

O. Lummer und E. Pringsheim (Berlin), Temperaturbestimmung mit Hilfe der Strahlungsgesetze. (Vorgetragen von E. Pringsheim.)[1])

Auf der letzten Versammlung in Aachen konnte ich der physikalischen Abteilung die Resultate unserer Versuche über die schwarze Strahlung bei langen Wellen, zwischen 12 μ und 18 μ vorlegen[2]), durch welche der Nachweis erbracht war, dass die Wiensche Spektralgleichung keine allgemeine Gültigkeit hat, und dass auch die auf dem Gebiete der kürzeren Wellen von uns beobachteten Abweichungen von dieser Gleichung real waren. Inzwischen haben — nachdem auch die Herren Rubens und Kurlbaum durch Versuche mit einigen noch längeren Wellen zu analogen Resultaten gelangt waren — alle diejenigen Forscher, welche früher auf Grund theoretischer oder experimenteller Untersuchungen für die Wiensche Gleichung eingetreten waren, diesen Standpunkt aufgegeben. Herr Planck hat seine theoretische Herleitung der Wienschen Gleichung durch einen anderen Gedankengang ersetzt, welcher seine neue Spektralgleichung:

$$E = \frac{C \cdot \lambda^{-5}}{e^{\lambda T} - 1}$$

als theoretisch wahrscheinlich erscheinen lässt, und Herr Paschen hat seine früheren Versuche, welche die Richtigkeit der Wienschen Gleichung bis zu den höchsten von ihm untersuchten Temperaturen und bis zu Wellenlängen von 9 μ bestätigt hatten, widerrufen und hat neue

1) Abteilung **2**, 23. Sept. 1901.
2) Vgl. diese Zeitschrift **2**, 154, 1900.

Versuche veröffentlicht, welche mit grosser Genauigkeit die Allgemeingültigkeit der Planckschen Gleichung beweisen sollen. Wir haben an einem andern Orte[1]) die Gründe auseinandergesetzt, aus denen uns die Paschenschen Versuche nicht geeignet erscheinen, der Planckschen Gleichung als Stütze zu dienen. Was nun die Frage nach der Gültigkeit dieser Gleichung betrifft, so gebührt ihr der Vorrang vor allen anderen bisher aufgestellten Spektralgleichungen und sie kommt der Wahrheit jedenfalls sehr nahe. Aber auch sie zeigt an gewissen Stellen zwar nicht grosse, aber systematische Abweichungen sowohl von unseren Versuchen als auch von denen der Herren Rubens und Kurlbaum, so dass die Frage, ob sie die schwarze Strahlung vollständig darstellt, als abgeschlossen noch nicht betrachtet werden kann.

Dennoch schien uns die Kenntnis der Strahlungsgesetze so weit geklärt und fortgeschritten zu sein, dass wir es an der Zeit glaubten, Bestrebungen wieder aufzunehmen, über welche ich schon auf der Münchener Versammlung berichtet habe, nämlich die Bestrebungen, die Strahlungsgesetze der Temperaturmessung dienstbar zu machen.

Die Strahlungsgesetze sind nämlich geeignet, als Grundlage einer neuen Temperaturskala zu dienen, welche für niedere Temperaturen identisch ist mit der gebräuchlichen gasthermometrischen Skala, aber auf viel höhere Temperaturen ausgedehnt werden kann, als es die Methode des Gasthermometers zulässt. Hier kommen zunächst drei für die schwarze Strahlung gültige Gesetze in Betracht:

1) $\int_0^\infty E_\lambda d\lambda = \sigma T^4$ (Stefan-Boltzmansches Gesetz.)

2) $\lambda_m T = A$ (enthalten im Wienschen

3) $E_m T^{-5} = B$ Verschiebungsgesetz.)

Hier ist E_λ der zwischen den Wellenlängen λ und $\lambda + d\lambda$ enthaltene Anteil der schwarzen Strahlung für die absolute Temperatur T, während λ_m die Wellenlänge ist, für welche bei dieser Temperatur die Energie E_λ im Normalspektrum ihr Maximum E_m hat; σ, A und B sind genügend genau bestimmte Konstanten.

Die wohlbegründete theoretische Herleitung und die experimentelle Bestätigung dieser Gesetze lässt wohl kaum einen Zweifel, dass ihnen die Bedeutung wahrer Naturgesetze zukommt, und dass die mit Hilfe eines jeden von ihnen (durch Beobachtung der Gesamtstrahlung, oder der Lage λ_m oder der Grösse E_m des Energiemaximums) gefundene Temperatur eines schwarzen Körpers für alle erreichbaren Temperaturen die gleiche ist und auch mit der thermodynamisch definierten übereinstimmt. Bei der experimentellen Bestätigung dieser Gesetze wurde die Temperatur mit Hilfe eines Le Chatelierschen Thermoelementes gemessen, welches von den Herren Holborn und Day an das Gasthermometer angeschlossen ist. Dieser Anschluss reicht nur bis 1150° C. und dies ist die obere Grenze der Temperaturen, welche bisher mit Hilfe der gasthermometrischen Skala haben exakt gemessen werden können. Durch Extrapolation der empirischen Formeln für die thermoelektrische Kraft dieser Elemente konnten obige Gesetze bis über 1400° C. bestätigt werden. Diese Versuche kann man als eine Eichung der Thermoelemente zwischen 1150 und 1400° C. mit Hilfe der neuen strahlungstheoretischen Temperaturskala betrachten, eine Eichung, welche ergeben hat, dass auf diesem Gebiete die thermoelektrische Kraft demselben Gesetze folgt, welches bei weniger hohen Temperaturen mit dem Gasthermometer gefunden worden war.

Um die Temperaturskala über diese Grenze hinaus fortzusetzen, ist es nötig, die schwarze Strahlung bis zu möglichst hohen Temperaturen dem Experimente zugänglich zu machen. Zu diesem Zwecke haben wir einen schwarzen Körper konstruiert, bei welchem ein durch den elektrischen Strom geglühtes dünnwandiges Kohlerohr die Strahlung aussendet. Ein Pfropf aus Kohle, Nernstmasse oder dergl. dient als strahlende Rückwand, durch welche auch ein Thermoelement in den Hohlraum eingeführt werden kann. Um die Aussenseite der Kohle vor dem Verbrennen zu schützen, ist das Rohr möglichst hermetisch von einem zweiten, elektrisch von ihm isolierten Kohlerohr umgeben. Um den Eintritt des atmosphärischen Sauerstoffs durch die Strahlungsöffnung in das Innere des Rohres zu verhindern, ist der Öffnung eine Metallhülse vorgelegt, welche durch einen Stickstoffstrom langsam durchflossen wird. Auf diese Weise gelang es, Kohlerohre von 1,5 bis 0,75 mm Wandstärke stundenlang zu glühen, ohne dass die Wandstärke sich merklich verminderte. Um den Wärmeabfluss nach aussen möglichst zu verhindern, ist das Kohlerohr durch mehrfache Hüllen aus schwer schmelzbarer Masse mit Luftzwischenräumen umgeben.

Zur Messung der Temperatur dieses schwarzen Körpers kann jedes der drei oben angegebenen Gesetze dienen. Ist die Temperatur bestimmt, so kann man hoffen, durch Messung der Energieverteilung eine erweiterte Prüfung der Strahlungsgesetze und genaueren Aufschluss über die Gültigkeit der Planckschen Gleichung zu gewinnen.

Zur Temperaturbestimmung bietet sich aber noch eine andere Methode dar, welche be-

---

1) O. Lummer und E. Pringsheim, Ann. d. Physik 6, 192—210, 1901.

sondere Vorteile hat. Es ist dies die spektralphotometrische Methode, welche nicht bloss für den schwarzen Körper, sondern auch zur Temperaturbestimmung anderer Körper anwendbar ist, und unter Zugrundelegung des schwarzen Körpers zuerst von Herrn Wanner zur Bestimmung der Temperatur der Bogenlampe und der Circonlampe verwertet worden ist.[1]) Paschen und Wanner hatten die Intensität der Strahlung des schwarzen Körpers für verschiedene Wellenlängen des sichtbaren Spektrums spektralphotometrisch gemessen und gefunden, dass — wie es die Wiensche Spektralgleichung verlangt — die in der Form $\log E = f(1/T)$ dargestellten isochromatischen Kurven der spektralen Helligkeit gerade Linien waren. Da die zu diesen Versuchen benutzten schwarzen Körper keineswegs einwandfrei waren, so hielten wir es für geboten, diese photometrischen Messungen mit dem von uns früher benutzten elektrisch geglühten schwarzen Körper[2]) zu wiederholen. In der That ergaben sich in Übereinstimmung mit der Wienschen und Planckschen Gleichung isochromatische Geraden. Der aus ihnen berechnete Wert der Konstanten c der Planckschen Gleichung ergab im Mittel 14580, während aus der Beziehung $c = 4{,}965\ \lambda_m T$ der Wert 14600 folgt. Da für Werte des Produktes λT, welche unterhalb 3000 liegen, die Wiensche Gleichung von der Planckschen um weniger als 1% abweicht, so ist es für das Gebiet der sichtbaren Wellen bei der Kleinheit von λ in der That erlaubt, die isochromatischen Geraden bis zu Temperaturen von etwa 5000° durch einfaches Verlängern zu extrapolieren. Um die Temperatur eines schwarzen Körpers zu bestimmen, braucht man daher nur die photometrische Helligkeit E für eine bestimmte Wellenlänge zu messen und diejenige Stelle in der zugehörigen, vorher bestimmten isochromatischen Geraden aufzusuchen, bei welcher die Ordinate den Wert $\log E$ hat. Die zugehörige Abscisse ergiebt dann den Wert von $1/T$.

Her Wanner wendete dieselbe Methode unmittelbar auf andere Körper an und schloss aus der Übereinstimmung der mit Hilfe der Isochromaten für verschiedene Wellenlängen gefundenen Temperaturen, dass die untersuchten Körper nahezu schwarz seien. Dieser Schluss ist nicht richtig, vielmehr besteht der Vorzug dieser Methode gerade darin, dass sie auch für solche Körper brauchbare Resultate liefert, welche erheblich vom schwarzen Körper abweichen. Um die Fehlgrenze der Methode kennen zu lernen, wendeten wir sie auf blankes Platin an, also einen Körper, der sehr weit vom schwarzen entfernt ist. Wir bestimmten die Temperatur des Platins aus den isochromatischen Geraden und gleichzeitig direkt mit einem Thermoelement. Die Differenzen waren verhältnismässig gering, bei 1100° *abs.* etwa 40°, bei 1880° *abs.* 110°. Bei den meisten anderen Körpern, besonders dem für die Strahlungstechnik wichtigsten, der Kohle, werden die Fehler bedeutend kleiner sein. Die Anwendbarkeit der Methode beruht auf dem ausserordentlich schnellen Fortschreiten der photometrischen Intensität mit der Temperatur. So tritt z. B. für $\lambda = 0{,}589\,\mu$ schon eine Verdoppelung der Helligkeit des schwarzen Körpers ein, wenn die Temperatur von 1800° auf 1875° *abs.* steigt. Dieses schnelle Anwachsen ergiebt sich auch aus Versuchen, welche wir, veranlasst durch eine Anfrage aus dem Nernstschen Laboratorium, angestellt haben, um die Gesamtlichtstärke des schwarzen Körpers in Hefnerkerzen auszudrücken. Wir fanden für

1 mm^2 des schwarzen Körpers		
bei	1175° C. etwa	0,0042 HK
„	1325	0,0220 „
„	1435	0,0635 „

durch Extrapolation würden sich daraus ergeben

bei	1500° C. etwa	0,1 HK
„	1700	0,5 „
„	1800	1,0 „

Die spektralphotometrische Methode der Temperaturbestimmung wurde auf eine starkfadige Glühlampe bei verschiedenen Glühzuständen angewendet, für deren Temperatur wir früher[1]) aus der Beobachtung und der spektrobolometrisch gefundenen Lage des Energiemaximums einen Maximal- und einen Minimalwert bestimmt hatten. Die photometrische Methode ergiebt für einen nicht schwarzen Körper stets einen zu kleinen Wert. In der That fällt die so für die Glühlampe bei den verschiedenen, durch die Stromstärke definierten Glühzuständen gefundene Temperatur zwischen die früher bestimmten Werte:

Ampère	absolute Temperatur des Kohlefadens		
	photometrisch T.	bolometrisch T. max.	bolometrisch T. min.
9,46	1760	1840	1640
12,87	2040	2100	1880
15,12	2190	2300	2050

Die Temperaturen der Glühlampe sind also zwischen die ziemlich engen Grenzen 1760 und

1) H. Wanner, Ann. d. Physik **2**, 141, 1900; O. Lummer und E. Pringsheim, Verhdl. der deutsch. Phys. Ges. **3**, 36, 1901. Vgl. diese Zeitschrift 1, 226, 1900.

2) O. Lummer und F. Kurlbaum, Verhandl. der Phys. Ges. zu Berlin, **17**, 106, 1898 und Ann. der Physik, **5**, 829, 1901.

1) O. Lummer und E. Pringsheim, Verhandl. der deutsch. Phys. Ges. **1**, 230 ff., 1899.

1840, 2040 und 2100, 2190 und 2300° *abs.* eingeschlossen.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

Diskussion.

Kurlbaum: Ich möchte auf ein optisches Pyrometer aufmerksam machen, das im Juniheft (1901) der Sitzungsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften von Holborn und mir beschrieben ist. In der Röntgenausstellung, die hier untergebracht ist, befindet sich eines, das zunächst für technische Zwecke eingerichtet ist, aber wegen seiner Empfindlichkeit auch für wissenschaftliche Untersuchungen geeignet ist. Das Prinzip des Apparates besteht darin, dass ein Fernrohr auf den glühenden Körper unbekannter Temperatur gerichtet und durch das Objektiv ein Bild des Körpers entworfen wird, welches mit einem elektrisch geglühten Platin-Iridiumdraht zusammenfällt. Beide werden zugleich mit dem Okular betrachtet, vor welches noch, um im homogenen Lichte beobachten zu können, ein rotes Glas geschoben ist.

Die Eichung des Instrumentes, bei dem der Platin-Iridiumdraht auch durch eine Glühlampe ersetzt werden kann, findet in folgender Weise statt: Die Temperatur des schwarzen Körpers wird mit dem Thermo-Element gemessen, und zu gleicher Zeit wird die durch den Draht fliessende Stromstärke so reguliert, daß die heisseste Stelle des Drahtes auf dem hellen Hintergrunde verschwindet. Bei diesem Kriterium der Temperaturgleichheit wird am Ampèremeter die Stromstärke abgelesen, und die Temperatur angefügt, so dass man ein Ampèremeter erhält, welches direkt die Temperatur abzulesen gestattet. Es kommt zu statten, daß mit der Temperatur eine ausserordentliche Steigerung der Helligkeit stattfindet. Macht man umgekehrt aus der Helligkeit den Schluss auf die Höhe der Temperatur, so ist derselbe sehr sicher, weil die Temperatur mit der Helligkeit sehr wenig variiert. Versuche mit völlig unbefangenen Beobachtern zeigen, dass man bei 1000° auf 1° richtig einstellt. Dass diese photometrische Einstellung so empfindlich ist, beruht wohl darauf, dass dieselben Netzhautelemente von der Grenzkante des Platin-Iridiums und der als hell erscheinenden Fläche getroffen werden. Die Strahlung im sichtbaren Gebiet ist bei hohen Temperaturen von der Natur des strahlenden Körpers wenig abhängig, wie schon Becquerel gefunden hat, und genauer von Lummer und Pringsheim festgestellt ist. Für so hohe Temperaturen, wie sie sich durch den schwarzen Körper noch nicht verwirklichen lassen, wird vor dem Objektiv eine Lichtschwächung angebracht, und die Temperatur mit Hilfe des Wienschen Gesetzes extrapoliert. Für so hohe Temperaturen kommt es aber der Technik weniger darauf an, die Temperatur genau zu kennen, als vielmehr die gleiche Temperatur stets wieder herstellen zu können.

Planck: Ich möchte die Frage stellen, ob die Voraussetzung, dass die Temperatur der Kohle zwischen der des Platins und des schwarzen Körpers liegt, absolut sicher ist, oder ob darin nicht vielleicht eine Unsicherheit liegt.

Pringsheim: Ganz ohne Voraussetzungen kann man wohl nicht auskommen. Dass die Strahlung der Kohle derjenigen des schwarzen Körpers näher liegt, als die des Platins, ist wohl von vornherein sehr wahrscheinlich. Weiter haben wir die Energieverteilung zu Grunde gelegt und haben gesehen, dass die Kurve sich zwischen die des schwarzen Körpers und die des Platins zwischenschmiegt. Je höher übrigens die Temperaturen werden, um so mehr nähert sich die Strahlung des Platins der des schwarzen Körpers.

Planck: Ist das eine allgemeinere Thatsache, dass die Strahlung der Metalle sich mit hoher Temperatur der des schwarzen Körpers nähert, oder ist das nur bei Platin der Fall?

Pringsheim: Über andere Metalle habe ich keine Erfahrung; aber es ist wohl anzunehmen, dass es sich allgemein so verhält.

Rubens: Ich glaube, dass man aus den übrigen Eigenschaften der Metalle schliessen kann, dass bei hohen Temperaturen ihr Emissionsvermögen relativ grösser ist, weil sie bei tiefen Temperaturen längere Wellen aussenden und für diese ihr Reflexionsvermögen einen größeren Wert hat.

Kurlbaum: Bei Extrapolation der Kurven, welche die Gesamtstrahlung des Platins und die des schwarzen Körpers in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur darstellen, würden sich dieselben bei 9000° *abs.* schneiden.

Lummer: Vom Silber weiss man aus den Versuchen von Christiansen, dass es bei tiefer Temperatur nur den 20. Teil der Energie des schwarzen Körpers aussendet, während es bei höheren Temperaturen sicher dem schwarzen Körper viel näher liegt.

(Eingegangen 9. Oktober 1901.)

BESPRECHUNGEN.

W. Ostwald, Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie, elementar dargestellt. Dritte vermehrte Auflage. gr. 8. XI u. 221 S. mit 2 Fig. Leipzig, Wilhelm Engelmann. 1901. Gebunden M. 7.—.

Wenn die Vertreter der reinen Chemie, die dem Eindringen der physikalisch-chemischen Theorien in ihr Gebiet solange hartnäckigen Widerstand entgegengesetzt haben, heute zum grossen Teile die Waffen gestreckt haben, so ist das nicht zum wenigsten dem kleinen, inhaltreichen Werke zuzuschreiben, dessen dritte Auflage vorliegt. Die Reaktionen der analytischen Chemie sind fast ausnahmslos Ionenreaktionen, so kommt es, dass das Lehrgebäude der analytischen Chemie auf der Grundlage der Dissoziationstheorie ein völlig verändertes Aussehen erlangt hat. Das Thatsachenmaterial ist nach neuen Gesichtspunkten geordnet leichter übersehbar geworden, empirisch Gefundenes ist als notwendig erkannt worden, und auch der heuristische Wert der veränderten Anschauungsweise hat sich in einer Reihe von Fällen gezeigt, indem neue analytische Reaktionen aufgefunden wurden.

Der Wert des Buches als einer Einführung in die neueren chemischen Theorien ist in der dritten Auflage noch dadurch erhöht worden, dass in einem Anhange eine Reihe ausserordentlich instruktiver Versuche beschrieben wird, welche jenem Zwecke dienen sollen. A. Coehn.

(Eingegangen 16. September 1901.)

Eduard Jordis, Die Elektrolyse wässriger Metallsalzlösungen. Mit besonderer Berücksichtigung der in der Galvanotechnik üblichen Arbeitsweisen. gr. 8. VI u. 137 S. mit 11 Fig. u. 2 Tafeln. Halle a. S., W. Knapp. 1901. M. 4.—.

Das Buch enthält in seinem wertvollsten Teile eine Zusammenstellung von Vorschriften, welche für die elektrolytische Abscheidung der verschiedenen Metalle gegeben worden sind. Der Verfasser macht den interessanten Versuch, einen Teil dieser lediglich empirisch gefundenen Vorschriften, auf Grundlage der neueren Theorie der Lösungen zu deuten.

Die theoretischen Ausführungen müssen an vielen Stellen als nicht einwandfrei bezeichnet werden. Beispielsweise ist das von Nernst angegebene und von Glaser ausgeführte Verfahren zur Messung von Zersetzungsspannungen missverstanden (vergl. S. 100). Die Ausführungen über die Indigoreduktion sind unannehmbar; es soll dabei anodisch — ob primär oder sekundär — an einer Zinkelektrode in Natronlauge Wasserstoff entstehen — und zwar durch den Strom, nicht etwa durch Lokalaktion. Es würde zu weit führen, andere Irrtümer hier aufzuzählen.

Immerhin ist das kleine Werk als ein Versuch zu begrüssen, die so reichlich vorhandenen Vorschriften der galvanometrischen Praxis wissenschaftlicher Durcharbeitung näher zu rücken.

A. Coehn.

(Eingegangen 16. September 1901.)

Karl Elbs, Die Akkumulatoren. Eine gemeinfassliche Darlegung ihrer Wirkungsweise, Leistung und Behandlung. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. gr. 8. 48 S. mit 3 Fig. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. 1901. M. 1.—.

Die kleine zur ersten Information über Akkumulatoren vortrefflich geeignete Schrift erscheint jetzt in dritter Auflage. Dem Theoretiker kann sie als beste Einleitung zu dem die Grundthatsachen und Grundbegriffe bereits voraussetzenden unlängst (2, 465, 1901) hier besprochenen Werke von Dolezalek dienen.

Für eine Neuauflage wäre es vielleicht angebracht, zur Deutung der Wasserstoffentwickelung bei Berührung der Bleischwammplatte mit einem Platindrahte (S. 29) den Begriff der Überspannung heranzuziehen. Eine momentane Stromentstehung findet auch bei Berührung mit Kupferdraht statt. Aber Wasserstoffentwickelung findet hier nicht statt, weil es zur Entwickelung gasförmigen Wasserstoffes am Kupfer einer höheren Spannung bedarf als am Platin.

A. Coehn.

(Eingegangen 16. September 1901.)

Kr. Birkeland, Norwegische Expedition von 1899—1900 zur Erforschung der Nordlichter. 8°. 80 Seiten u. 12 Tafeln. Christiania, A. W. Brögger. 1901.

Das vorliegende Werk ist eines der wenigen über erdmagnetische Variationen, die sich statt auf lange Reihen von Mittelwerten auf Untersuchungen über Einzelerscheinungen erstrecken; es ist sein Zweck, die Natur der grösseren magnetischen Störungen zu erklären und in Einklang damit die der Nordlichter. Die eingeschlagenen Wege sind vollkommen neue, das Material ein ausgezeichnetes und es ist das Experiment in einer Ausdehnung zu Hilfe gezogen, wie dies seither noch nie geschehen.

In der Hauptsache wird nur derjenige Teil der täglichen Variationen untersucht, der die grösseren Störungen hervorruft. Die Beobachtungen bestehen durchaus nicht nur aus den Registrierungen der Expedition, sondern daneben noch aus denen von Potsdam, Pawlowsk, Paris, Kopenhagen, Greenwich und Toronto; auch werden die Beobachtungen des Polarjahres 1882—83 in eingehender Weise besprochen.

Verf. geht von der Idee aus, diese Störungen seien von elektrischen Strömen in den oberen Schichten der Atmosphäre verursacht, eine Annahme, die seit Schusters Untersuchungen als wahrscheinlich allgemein angenommen ist. Für bestimmte Tage berechnet er aus den registrierten Kurven gestörter Tage, die Grösse der Totalstörung zu jeder Stunde und die Richtung, von woher die Störungsursache zu wirken scheint. Ist einmal die Annahme gemacht, dass die Ströme in der Atmosphäre zu suchen sind, so geben die Variationen der Vertikalkomponente die Stromrichtung an, und es gelingt dem Verf., ein System der Stromlinien zu erhalten, das alle beobachteten Erscheinungen befriedigend erklärt. Aus den höheren Breiten treten die Stromlinien dichtgedrängt in die mittleren Breiten ein und divergieren bald so stark, dass in diesen Gegenden die Intensität der Störungen rasch erheblich sinkt. Es entsteht ein östlicher und ein westlicher Stromzweig, deren jeder nach des Verf.'s Vermutung sich zu einem Stromwirbel schliesst. Innerhalb dieses Systems, das im Raume ruht, rotiert die Erde, wie dies bei dem Schuster-Bezoldschen Felde der täglichen Variation[1]) ebenfalls der Fall ist. Der Unterschied besteht nur darin, dass das Störungsfeld schnellen Änderungen unterworfen ist. Nachdem diese Anschauungen aus den Beobachtungen der verschiedenen Stationen abgeleitet worden sind, zeigt der Verfasser am Experimente die Möglichkeit solcher Stromsysteme. Er benutzt dazu einen kugelförmigen Elektromagneten, dessen Eisenkern so gestaltet ist, dass er ein ähnliches Feld besitzt, wie die Erdpole. Diesen Magneten bringt er in einen von Kathodenstrahlen durchsetzten Raum. Bei Erregung des Magneten finden Ablenkungen statt, welche durch Platincyanür sichtbar gemacht werden und es zeigt sich, dass der Gang der Strahlen den angenommenen Strömen entspricht.

Er untersucht nun des weiteren experimentell den Einfluss eines magnetischen Feldes auf den Gang der Kathodenstrahlen. Als Ergebnis stellt er folgende Ansicht hin. In Gegenwart eines magnetischen Feldes verteilt sich die positive Strömung in Bändern durch das sogenannte Vakuum, die ihrerseits Kathodenstrahlen zweiter Art aussenden. Diese aber gehen wie die gewöhnlichen den magnetischen Kraftlinien entlang. Er acceptiert die Ansicht Goldsteins, wonach als Träger der positiven Strömung die Gasteilchen selbst aufzufassen sind, und so auch bei den Luftteilchen der höchsten Schichten unserer Atmosphäre. Hier bilden ihre Gesamtheit jene Ströme, welche die magnetischen Störungen verursachen; die von ihnen ausgehenden Kathodenstrahlen zweiter Art bilden dann mit dem erdmagnetischen Felde die verschiedenen Formen des Nordlichtes. Es ist unmöglich, an dieser Stelle mehr als den Gedankengang und die Resultate anzugeben, doch sei bemerkt, dass die Ableitung der letzteren mit den Thatsachen der Beobachtungen und Experimente in vollem Einklang steht, wenn sie auch erst auf langwierigem Wege erhalten werden.

1) Diese Zeitschr. **2**, 123, 1900.

Zu Eingang des Werkes befindet sich eine Untersuchung über simultane magnetische Variationen in Bossekop beim Nordkap und Potsdam, d. i. über die von Eschenhagen[1]) entdeckten Elementarwellen des Erdmagnetismus. Als es dem letztgenannten Erdmagnetiker gelungen war, Intensitätsunifilare von hoher Empfindlichkeit herzustellen[2]), entdeckte er bald sehr regelmässige Sinuswellen kleiner Amplitude, die fast stets eine Periode von 30 Sek. besassen und die kleinsten Änderungen des Erdmagnetismus darstellen. Da ein System solcher Apparate in Bossekop, der Station der norwegischen Expedition aufgestellt war, und während mehrerer Tage telegraphisch vereinbarte simultane Registrierungen mit Potsdam stattfanden, so entstand ein reichhaltiges Material. Meist waren die zu gleicher Zeit erhaltenen Kurven durchaus verschieden, um so überraschender ist die vollkommene Übereinstimmung an ruhigen Tagen. Eine Verschiedenheit ist überhaupt nur in der Grösse der Schwankungen vorhanden, während die Eintrittszeit bis auf die Ablesegenauigkeit von 5^s in Bossekop identisch ist mit der in Potsdam. Während dieser ruhigen Zeit waren die Elementarwellen sehr regelmässig ausgebildet. Verf. hat nun in Potsdam das gesamte hier erlangte Material an sogenannten Feinregistrierungen verarbeitet und zugleich das der drei Monate in Bossekop und dabei gefunden, dass eine grosse Tendenz vorhanden, dass die Elementarwellen zu einander harmonisch sind. Dies führt zur Ansicht, dass die Oszillation des Erdmagnetismus oder der Erdelektrizität sind, ihrerseits durch entsprechende Entladungen auf der Sonne verursacht und dass die möglichen Wellenlängen die Eigenschwingungen des Resonators Erde sind. Es ist zu erwarten, dass

1) Berl. Sitzungsbericht **32**, 1897.
2) Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 1, 147, 1899.

die verschiedenen Südpolexpeditionen, die alle mit Eschenhagens Feinmagnetometern ausgerüstet sind, auch diese interessante Frage lösen werden.

Potsdam. A. Nippoldt jun.

(Eingegangen 7. September 1901.)

W. Martin and W. H. Rockwell, Chemistry and Physics. 374 S. London, Henry Kimpton. 1901.

Das vorliegende Buch ist ein Repetitorium der Chemie und Physik, welches in ähnlicher Weise abgefasst ist, wieviele in Deutschland existierende Repetitorien für Mediziner und Pharmazeuten. Auf ungefähr 180 Seiten werden zunächst die Hauptthatsachen der anorganischen und organischen Chemie behandelt, der zweite Teil enthält die Physik. Zahlreiche Abbildungen, welche zum Teil französischen Lehrbüchern entnommen sind, dienen dazu, das Verständnis der Gesetze und Erscheinungen zu erleichtern. Da das Buch für Mediziner bestimmt ist, so hätte wohl mehr Rücksicht auf deren Bedürfnisse genommen werden müssen; im chemischen Teil hätten die Elemente der seltenen Erden mit ihren Verbindungen kurz behandelt werden können, die osmotischen Erscheinungen hätten ausführlicher besprochen, die X-Strahlen, welche der Verfasser in drei Teilen behandelt und mit Kathodenstrahlen verwechselt, verdienten wegen ihres grossen medizinischen Interesses, sicherlich eine eingehendere Behandlung. Ausstattung und Druck des Buches sind vorzüglich.

G. C. Schmidt.

(Eingegangen 14. Oktober 1901.)

Eingegangene Schriften.

(Eingehende Besprechung vorbehalten.)

Abhandlungen aus den Gebieten der Mathematik, Physik, Chemie und beschreibenden Naturwissenschaften. Festschrift zur Feier des siebzigsten Geburtstages von Richard Dedekind. Mit Beiträgen von H. Beckurts, R. Blasius, G. Bodländer, G. Frerichs, R. Fricke, R. Meyer, R. Müller, H. Weber, A. Wernicke. Mit Textabbildungen und einer Tafel. gr. 8. VIII u. 254 S. 1901. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn. M. 6.—.

Arnold, E. und J. L. la Cour, Beitrag zur Vorausberechnung und Untersuchung von Ein- und Mehrphasenstromgeneratoren. Mit 87 Abbildungen. (Sammlung elektrotechnischer Vorträge von Ernst Voit.) gr. 8. 108 S. 1901. Stuttgart, Ferdinand Enke. M. 3.60.

Blaschke, Paul, Wörterbuch der Elektrotechnik in drei Sprachen. Mit einem Vorwort von F. Niethammer. I. Teil. Deutsch — Französisch — Englisch. gr. 8. VIII u. 146 S. 1901. Leipzig, S. Hirzel. Gebunden M. 5.—.

Classen, J., Mathematische Optik. Mit 52 Figuren. (Sammlung Schubert, Band XL.) kl. 8. X u. 207 S. 1901. Leipzig, G. J. Göschensche Verlagsbuchhandlung. Gebunden M. 6.—.

Congrès international de mécanique appliquée.

Cranz, Carl, Anwendung der elektrischen Momentphotographie auf die Untersuchung von Schußwaffen. Mit 7 Figuren und 24 Tafeln. 4. 26 S. 1901. Halle a. S., Wilhelm Knapp. M. 4.—.

Dampf und Elektrizität. Die Technik im Anfang des XX. Jahrhunderts. 12 zerlegbare, zum Teil bewegliche Modelle. Mit Zeichenerklärungen und erläuterndem Text. 25 S. gr. 4 quer. 1901. Leipzig, Otto Maier. Gebunden M. 10.—.

Nouveau dictionnaire des sciences et de leurs applications, par Paul Poiré, Edmond Perrier, Rémy Perrier, Alex. Joannis. Avec la collaboration d'une réunion de savants, de professeurs et d'ingénieurs. En 48 fascicules de 64 pages abondamment illustrées. gr. 8. 1901—1902. Paris, Ch. Delagrave. Le fascicule 1 Fr., l'ouvrage complet 40 Fr.

Finger, Jos., Elemente der reinen Mechanik. Als Vorstudium für die analytische und angewandte Mechanik und für die mathematische Physik an Universitäten und technischen Hochschulen sowie zum Selbstunterricht. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 210 Figuren im Texte. gr. 8. XIII u. 797 S. 1901. Wien, Alfred Hölder. M. 20.—.

von Hübl, Arthur Freiherr, Die Entwicklung der photographischen Bromsilber-Gelatineplatte bei zweifelhaft richtiger Exposition. Mit einer Tafel. Zweite gänzlich umgearbeitete Auflage (Encyklopädie der Photographie Heft 31). 8. VII u. 70 S. 1901. Halle a. S., Wilhelm Knapp. M. 2.40.

Huntington, Edward V., Über die Grundoperationen an absoluten und komplexen Größen in geometrischer Behandlung. gr. 8. XVII u. 63 S. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn. 1901. M. 1.50.

Kopp's, K., Anfangsgründe der Physik mit Einschluss der Chemie und mathematischen Geographie. Ausgabe B in 2 Lehrgängen. Für höhere Lehranstalten nach den preussischen Lehrplänen von 1901 bearbeitet von A. Husmann. II. Teil: Hauptlehrgang. Kürzere Ausgabe: Grundriss der Physik. Mit 252 in den Text eingedruckten Holzschnitten und einer farbigen Sternkarte. gr. 8. VIII u. 360 S. 1902. Essen, G. D. Baedecker. Gebunden M. 4.60.

Lecher, Ernst, Über die Entdeckung der elektrischen Wellen durch H. Hertz und die weitere Entwickelung dieses Gebietes. Vortrag, gehalten in der Hauptsitzung der Hamburger Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte, am 23. September 1901. gr. 8. 32 S. 1901. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. M. 1.20.

Ostwald, W., Gedenkrede auf Robert Bunsen. Vortrag, gehalten auf der VIII. Hauptversammlung der Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft zu Freiburg i. B. am 18. April 1901. Sonderabdruck aus „Zeitschrift für Elektrochemie". kl. 8. 28 S. 1901. Halle a. S. Wilhelm Knapp. M. 1.—.

Report of the chief of the Weather Bureau, Washington.

de Saussure, Horace, Bénédicte, Versuch über die Hygrometrie. II. Heft. 3. Versuch, Theorie der Ausdünstung. 4. Versuch, Anwendung der vorhergehenden Theorie auf einige Phänomen der Meteorologie. Neuchatel, 1783. Mit 2 Figuren herausgegeben von A. J. von Oettingen. kl. 8. 170 S. 1900. Leipzig, Wilhelm Engelmann. Gebunden M. 2.40.

Sieg, E., Die Akkumulatoren. Mit 56 Abbildungen. (Handbuch der Elektrotechnik.) Band III, Abteilung 2. 4. VIII u. 112 S. 1901. Leipzig, S. Hirzel. M. 5.—.

Vaubel, Wilhelm, Die physikalischen und chemischen Methoden der quantitativen Bestimmung organischer Verbindung. gr. 8. I. Band. Die physikalischen Methoden. Mit 74 in den Text gedruckten Figuren. XIV u. 593 S. II. Band. Die chemischen Methoden. Mit 21 in den Text gedruckten Figuren. IX u. 530 S. 1902. Berlin, Julius Springer. M. 24.—. Gebunden M. 26.40.

Wüllenweber, F. W., Diagramme der elektrischen und magnetischen Zustände und Bewegungen. Zugleich ein Beitrag zur Beantwortung der Fragen: Was ist Elektrizität? Was ist Magnetismus. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Experimental-Untersuchungen. Mit ca. 60 Originalzeichnungen auf 10 lithogr. Quarttafeln. Als Manuskript gedruckt. 8. 64 S. 1901. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. Gebunden M. 4.50.

Briefkasten.

Zu meiner kurzen Notiz in dieser Zeitschrift **3**, 46, 1902, erlaube ich mir mitzuteilen, dass mir nachträglich eine Bemerkung in der Arbeit des Herrn Wehnelt, Wied. Ann. **68**, 241, 1899 bekannt wurde; dort hat bereits Herr Wehnelt bei Wechselstrom die Vorschaltung von Gleichrichtzellen vor seinen Wehneltunterbrecher empfohlen.

Berlin, 10. November 1901. E. Knoblauch.

Tagesereignisse.

Herr Prof. von Bezold, der Direktor der königl. meteorologischen Anstalt, veröffentlicht im „Reichsanzeiger" folgendes: „In verschiedenen Blättern findet sich eine Notiz, wonach die Errichtung einer elektrischen Centrale und die Einrichtung elektrischen Betriebes in Potsdam baldigst erfolgen werde, nachdem der Einspruch des magnetischen Observatoriums „als unbegründet zurückgewiesen" worden sei. Die Schilderung entspricht den Tatsachen keineswegs, sondern das Observatorium, beziehungsweise das kgl. meteorologische Institut hat seinen Einspruch zurückgezogen, nachdem auf Grund eingehender Beratungen zwischen dem Observatorium und der Strassenbahn eine Verständigung erzielt worden war. Die Direktion der Strassenbahn erklärte sich auf Grund dieser Verhandlungen bereit, isolierte Hin- und Rückleitungen auszuführen und auch die sonstigen Vorsichtsmassregeln zu treffen, die zum Schutze der ungestörten magnetischen Beobachtungen von seiten des Observatoriums verlangt wurden."

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Der Lehrstuhl des verstorbenen Geh. Rat Doergens an der Technischen Hochschule zu Berlin bleibt auch noch im kommenden Winterhalbjahr unbesetzt. Mit Genehmigung des Ministers wird Privatdozent Reg.-Baumeister Schulz den Unterricht in der niederen Geodäsie, das geodätische Praktikum und das Planzeichnen, Privatdozent Dr. Galle die höhere Geodäsie vertretungsweise übernehmen.

Der Privatdozent der Mathematik, Professor Dr. G. Bohlmann in Göttingen ist zum ausserordentlichen Professor ernannt worden.

Der ordentliche Professor der darstellenden Geometrie an der Technischen Hochschule in Braunschweig, Dr. R. Müller, hat einen Ruf an die Technische Hochschule in Wien abgelehnt.

Der Apotheker Dr. Otto Linde hat sich an der Technischen Hochschule in Braunschweig als Privatdozent für Pharmakognosie habilitiert.

Prof. Dr. E. Pringsheim, Privatdozent für Physik an der Berliner Universität, hat einen Ruf als ausserordentlicher Professor nach Greifswald erhalten, jedoch abgelehnt.

An der Universität Freiburg i. Br. haben sich Dr. Wilhelm Meigen und Dr. Erwin Rupp als Privatdozenten für Chemie habilitiert.

Der Assistent am chemischen Laboratorium der Rostocker Universität, Dr. Franz Kunckell, hat sich dort als Privatdozent für pharmazeutische Chemie habilitiert.

Prof. Willibald Nagel in Freiburg erhielt einen Ruf nach Berlin als Vorsteher der physikalischen Abteilung des physiologischen Instituts der Universität, an Stelle des jüngst verstorbenen Prof. Arthur König.

An der neuerrichteten tschechischen Technischen Hochschule in Brünn wurden ernannt: Architekt Joseph Bertl zum ordentlichen Prof. für Hochbau, Oberingenieur Leopold Grimm zum ordentlichen Prof. für Konstruktionslehre der Maschinenteile und Maschinenbau I. Kurs, Ingenieur Franz Haga zum ordentl. Professor der mechanischen Technologie, Ingenieur Zdenko Elger v. Elgenfeld zum ordentl. Professor der allgemeinen und theoretischen Maschinenlehre, Baukommissar Gustav Cervinka zum ausserordentl. Professor für Strassen-, Eisenbahn- und Tunnelbau, Privatdozent Dr. Wenzel Felix zum ausserordentl. Professor für allgemeine und technische Physik.

In Helsingfors starb am 28. Oktober der Prof. für Maschinenbaukunde am dortigen Polytechnikum Rudolf Kolster. Er wurde 1837 in Hamburg geboren und wirkte seit 1860 in Helsingfors zuerst als Lehrer an der technischen Realschule und später nach der Umwandlung derselben in das jetzige Polytechnikum an dieser Hochschule.

Die von Prof. O. E. Meyer an der Universität Breslau angekündigte Vorlesung über „Experimentalphysik, II. T. und praktische Übungen im physikalischen Laboratorium" fällt wegen Krankheit des Dozenten aus.

Der ausserordentl. Professor der Mathematik und Physik am Kgl. Lyceum in Freising Macher-Regensburg wurde zum ordentl. Professor ernannt.

Der ordentl. Professor der Mathematik an der Universität Halle Cantor wurde zum Ehrenmitglied der „Mathematical Society of London" ernannt.

Der ordentl. Professor der Thermodynamik an der Technischen Hochschule in München P. v. Linde wurde zum korrespondierenden Mitglied der Akademie der Wissenschaften Wien ernannt.

An der Universität Würzburg habilitierte sich Dr. Rost für Mathematik.

In den Ruhestand trat der ordentl. Professor der chemischen Technologie an der Technischen Hochschule in Wien J. Oser und der ordentl. Professor der darstellenden Geometrie an derselben Anstalt G. A. Peschka.

M. Berthelot in Paris feierte sein fünfzigjähriges Jubiläum wissenschaftlicher Thätigkeit.

Der Stadtbaurat Franz in St. Johann a. d. Saar wurde zum etatsmässigen Professor des Maschineningenieurwesens an der technischen Hochschule in Berlin und der Ingenieur Pagel in Langfuhr zum Dozenten des praktischen Schiffbaues an derselben Anstalt ernannt.

Dem ausserordentl. Professor der Astronomie Dr. M. Wolf in Heidelberg wurde der Charakter als Hofrat verliehen.

Der Vorsteher des magnetischen Observatoriums in Potsdam, Prof. Eschenhagen, ist am 12. November gestorben.

Der Privatdozent der Elektrotechnik an der technischen Hochschule in Wien Dr. Reithoffer wurde zum ausserordentl. Professor ernannt.

Dem etatsmässigen Professor der techn. Chemie an der Technischen Hochschule Dr. Stahlschmidt in Aachen wurde der Charakter als Geh. Regierungsrat verliehen.

Der Generaldirektor der Aachener chemischen Fabrik „Rhenania", Robert Hasenklever, wurde vom Senat der Technischen Hochschule in Karlsruhe ehrenhalber zum Doktoringenieur ernannt.

Die Stellvertretung im Unterricht für Dampfmaschinenbau an der Technischen Hochschule in Karlsruhe wurde an Stelle des in den Ruhestand getretenen Prof. Geh. Rat Josef Hart dem Assistenten der Maschinenbau-Abteilung Regierungsbaumeister Georg Köhler übertragen.

Der Professor der Mathematik an der Bergakademie zu Freiberg, Oberbergrat Dr. Papperitz, der derzeitige Rektor der Anstalt, hat einen Ruf an die Technische Hochschule zu Wien erhalten, denselben jedoch abgelehnt.

Die Medaillen der Londoner Royal Society haben folgende Forscher erhalten: die Copley-Medaille erhielt Prof. Gibbs für seine Beiträge zur mathematischen Physik, eine königliche Medaille Prof. Ayrton für seine Beiträge zur Wissenschaft der Elektrizität, die Davy-Medaille Prof. Liveing für seine Beiträge zur Spektroskopie, die Sylvester-Medaille Prof. Poincaré in Paris für seine vielen und wichtigen Beiträge zur Mathematik. Die Auszeichnungen wurden wie gewöhnlich bei der allgemeinen Jahresversammlung am St. Andreastage (30. November), dem Stiftungstage der Royal Society, ihren Empfängern übergeben.

Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.